

Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi

YMPÄRI -hankkeen suositukset

**Nina Wessberg, Jyri Seppälä,
Riitta Molarius, Sirkka Koskela,
Jaana Pennanen, Kimmo Silvo
ja Pirkko Kekoni**

YMPÄRISTÖN-
SUOJELU

Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi

YMPÄRI -hankkeen suositukset

**Nina Wessberg, Jyri Seppälä, Riitta Molarius, Sirkka Koskela,
Jaana Pennanen, Kimmo Silvo ja Pirkko Kekoni**

Helsinki 2006

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



SUOMEN YMPÄRISTÖ 2 | 2006
Suomen ympäristökeskus
Tutkimusosasto

Taitto: Siiri Kainulainen
Kansikuva: SYKEkuva

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2006

ISBN 952-11-2166-1 (nid.)
ISBN 952-11-2167-X (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkokj.)

ALKUSANAT

Tässä raportissa esitellään YMPÄRI-hankkeen tulokset. YMPÄRI-hankkeen tavoitteena oli laatia suositukset ympäristöriskien arvioimisen kehittämiseksi. Hankkeen tuloksena syntyneet keskeiset häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysien tekemisen avuksi kehitetyt työkalut – YMPÄRI-tarkistuslista sekä ympäristöriskien seurausmatriisi ja arvottamismatriisi – ovat saatavilla päivitettyinä versioina ympäristöhallinnon [www-sivuilla](http://www.sivuilla) (www.ymparisto.fi > Yritykset ja yhteisöt > Ympäristöriskit ja -vahingot).

Tekijät esittävät kiitokset arvokkaasta panoksesta raportin tarkastajille Sylvie Fraboulet-Jussilalle Maa ja Vesi Oy:stä, Leena Ahoselle TUKES:ista sekä Jorma Lamerannalle Uudenmaan ympäristökeskuksesta kuin myös YMPÄRI-hankkeen rahoittajan roolissa hankkeeseen osallistuneelle Miliza Malmelinille Ympäristöministeriöstä sekä kaikille työpajoihin osallistuneille ja luonnostekstejä kommentoineille tahoille.

Tampereella ja Helsingissä 31.1.2006,

Tekijät

SISÄLLYS

Alkusanat	3
I Johdanto	7
2 YMPÄRI-hankkeen toteutus ja taustaselvitysten tulokset	10
2.1 Ympäristöriskianalyysivelvoite lainsäädännössä ja viranomaisyhteistyö	10
2.2 Ympäristöjohtaminen ja ympäristöriskianalyysit	12
2.3 Häiriöpäästöraportointi	12
2.4 Kirjallisuusselvitys	13
2.5 Terminologiaselvitys	14
2.6 Ympäristöriskianalyysikysely	15
2.7 Haastattelut	15
2.8 Työpajat	16
2.9 Seurausten arvioinnin kehittäminen	16
2.10 Tutkijakokoukset, ohjausryhmäkokoukset ja loppuseminaari	17
3 Mikä on ympäristöriskianalyysi?	18
3.1 Riskianalyysistä ympäristöriskianalyysi	18
3.2 Riskien arviointi	18
4 Kuinka ympäristöriskianalyysi tehdään?	19
4.1 Analyysin tavoitteiden määrittäminen	19
4.2 Analyysin rajaaminen	20
4.3 Tietojen kokoaminen	21
4.4 Riskien tunnistaminen	22
4.4.1 Häiriöpäästötilanteiden tunnistaminen	22
4.4.2 Häiriöpäästötilanteiden yksityiskohtaisempi tunnistaminen	23
4.5 Riskin suuruuden arvioiminen	25
4.5.1 Häiriöpäästötilanteen esiintymisen todennäköisyyden arvioiminen ja luokittelu	26
4.5.2 Häiriöpäästötilanteen seurausten arvioiminen ja luokittelu	26
4.5.3 Seurausten mallintaminen ja ekologinen riskin arviointi	30
4.6 Riskin merkityksen arvioiminen	35
4.7 Tulokset ja toimenpide-ehdotukset	38
4.8 Analyysin arvioiminen ja päivittämissuunnitelma	38
4.9 Raportointi ja analyysistä tiedottaminen	38
5 Hyvä ympäristöriskianalyysi ja muut suositukset	39
6 Yhteenveto ja johtopäätökset	40
Kirjallisuus	41
Liitteet	43
Kuvailulehdet	61

KÄSITTEISTÖ

Päästö

Laitoksesta tai muusta kohteesta, yhdestä tai useammasta lähteestä suoraan tai epäsuorasti ympäristöön päästetty tai jätetty aine, energia, melu, värinä, säteily, valo, lämpö tai haju. (IPPC-direktiivi 91/61/EY)

Häiriöpäästö

Määrältään tai laadultaan poikkeuksellinen päästö, jonka aiheuttajana on poikkeuksellinen tilanne ja on olemassa mahdollisuus ympäristön pilaantumiselle. Häiriöpäästöä voidaan nimittää myös esim. satunnais-, onnettomuus-, vahinko-, karkaus- tai poikkeukselliseksi päästöksi. (YMPÄRI-hanke)

Riski

Määrätyn vaarallisen tapahtuman esiintymistajuuden tai –todennäköisyyden ja seurauksen yhdistelmä (SFS-IEC 60300-3-9). Esimerkiksi häiriöpäästötilanne on riski, jolle on määritetty taajuus/todennäköisyys ja seuraus.

Ympäristöriski

Riski, jonka seuraus muodostuu ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen, maaperään, pinta- ja pohjavesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen, yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön sekä kaikkein näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin ilmenevistä vaikutuksista. Ympäristöriskin todennäköisyys muodostuu siitä taajuudesta/todennäköisyydestä, jolla häiriöpäästö voi vapautua hallitsemattomasti ympäristöön. (YVA-laki¹ ja YMPÄRI-hanke)

Vaaralähde

Mahdollisen vahingon lähde: kemikaali, aine tai energia. (YMPÄRI-hanke)

Häiriöpäästötilanne/vaarallinen tapahtuma/riski

Tilanne, jossa päästö vapautuu hallitsemattomasti ympäristöön (YMPÄRI-hanke).

Riskien tunnistaminen

Prosessi, jossa tunnistetaan tarkasteltavasta prosessista (vaaralähteet sekä niiden kanssa vuorovaikutuksessa olevat ihmiset, laitteet yms.) ja sen ympäristöstä (vastaanottava ympäristö) ne mahdolliset häiriöpäästötilanteet/vaaralliset tapahtumat, jotka otetaan mukaan ympäristöriskien suuruuden ja merkityksen arviointiin sekä riskienhallintaan. (YMPÄRI-hanke)

Riskien merkityksen arviointi

Prosessi, jossa tehdään päätökset riskin siedettävyydestä riskianalyysin perusteella, ottamalla huomioon sellaiset tekijät, kuten sosioekonomiset ja ympäristölliset näkökohdat. (SFS-IEC 60300-3-9)

Riskien suuruuden arviointi

Prosessi, jolla mitataan analysoitavien riskien taso. Riskin suuruuden arviointi koostuu seuraavista vaiheista: taajuusanalyysi, seurausanalyysi ja niiden yhdistäminen. (SFS-IEC 60300-3-9)

Ympäristöriskianalyysi

Prosessi, jossa häiriöpäästötilanteet/vaaralliset tapahtumat/riskit tunnistetaan ja arvioidaan järjestelmällisesti sekä esitetään toimenpide-ehdotukset ympäristöriskien pienentämiseksi (YMPÄRI-hanke).

Riskien arviointi

Riskin suuruuden arvioinnin ja riskin merkityksen arvioinnin kokonaisprosessi (mukaeltu SFS-IEC 60300-3-9).

Ympäristöriskienhallinta

Prosessi, jossa päätetään ja toteutetaan riskien pienentämiseen ja valvontaan tähtäävät toimet. Toimet voivat olla ennaltaehkäiseviä, jolloin pienennetään riskin todennäköisyyttä tai korjaavia, jolloin lievennetään riskin seurauksia; myös valvonta on osa riskienhallintaa. (YMPÄRI-hanke ja SFS-IEC 60300-3-9)

¹ Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 468/1994.

1 Johdanto

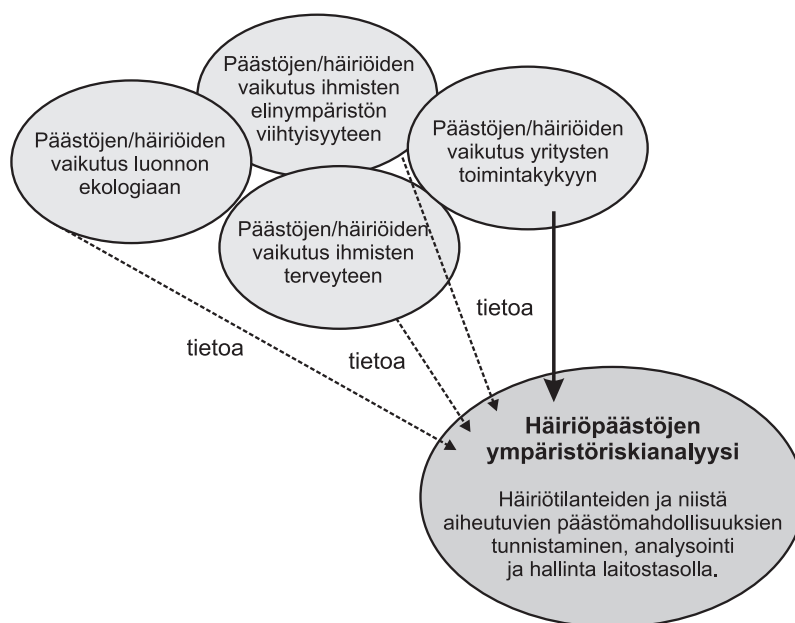
Ympäristöriskien hallinta on olennainen osa teollisuuslaitoksen toimintaa. Teollisen tuotannon käytännön ympäristöriskien hallinta on suuressa määrin päästöjen hallintaa, jossa erityisesti häiriöpäästöjen hallinta korostuu nyt ja tulevaisuudessa². Normaalin toiminnan päästöjä hallitaan jo hyvin ja teolliset prosessit ovat yhä enenevässä määrin suljettuja. Kun normaalit päästöt ovat hallinnassa tai niitä ei ole, on panostettava nimenomaan häiriöpäästöjen ennaltaehkäisyyn ja hallintaan. Häiriöpäästöjen hallinnalla turvataan yrityksessä aikaan saadun myönteisen ympäristökuvan jatkuvuus ja ennen kaikkea suojellaan ympäristöä.

Häiriöpäästöjen hallinta on riskien hallintaa, jossa keskeinen hallinnan keino on riskianalyysi. Riskianalyysin avulla tunnistetaan ja arvioidaan riskit sekä niiden hallintaan tarvittavat toimenpiteet. Tässä raportissa tarkastellaan laitospäätöistä teollisen toiminnan ympäristöriskien arviointia, jota kutsumme **häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysiksi**.

Suomessa on tehty 1980-luvun loppupuolelta lähtien teollisuuden omasta tai viranomaisen aloitteesta laitospäätöistä riskianalyysijä, joissa tarkastelun kohteena ovat olleet poikkeuksellisista tilanteista aiheutuvat riskit ympäristölle (Seppälä 1992, Molarius ja Wessberg 2003). Näitä riskianalyysijä on kutsuttu yleisesti ympäristöriskianalyysiksi, vaikka niissä ympäristö on määritelty vaihtelevalla laajuudella. Kattavimmillaan tarkasteltaviin riskeihin on sisällytetty ekologiset, terveydelliset ja yhteiskunnalliset seuraukset. Suppeimmillaan niissä on tarkasteltu vain johonkin ympäristöelementtiin, esimerkiksi vesistöön kohdistuvia päästöriskejä ilman tarkempaa seurausanalyysia.

Teollisen toiminnan yhteydessä tehtyjen ympäristöriskianalyysien sisältö ja käytetyt menetelmät ovat vaihdelleet suuresti. Yhteisenä piirteenä on kuitenkin ollut se, että teollisuuslaitoksissa käytetyt riskien tunnistamis- ja arviointimenettelyt, joiden ensisijaisena tavoitteena on ollut turvata toiminnan taloudelliset toimintaedellytykset sekä työntekijöiden että ympäristön turvallisuus, ovat tarjonneet lähtökohdan poikkeuksellisten päästötilanteiden tunnistamiseen. Tämä on ollut pääosin käytännönläheistä laitostason toimintoihin keskittyvää analyysia. Päästöihin liittyvien riskien tarkempaa luonnehdintaa varten päästöjen esiintymistajuuudet/todennäköisyydet on jossakin tapauksessa arvioitu käyttämällä luotettavuusteknisiä menetelmiä ja tietoja inhimillisistä virhemahdollisuuksista sekä laitosratkaisuihin liittyvistä vikatilastoista. Päästöjen aiheuttamien ympäristöriskien arvioinnit ovat perustuneet vahvasti laitosten käyttökokemuksiin, kirjallisuuteen, laboratoriotesteihin ja muihin tutkimustuloksiin. Ekologisen riskin ja terveysriskin arvioinnin tulokset sekä käsitykset hyvinvointia ja yhteiskuntaa haittaavista tekijöistä ovat antaneet oman näkökulmansa ympäristöriskianalyysin riskien arviointiin (kuva 1).

² Huomioitava on myös menneisyydessä tapahtuneet mahdolliset päästöt esimerkiksi maaperään.



Kuva 1. Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysissä voidaan hyödyntää erilaisia ympäristöriskien arvioinnin osa-alueita.

Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi on ennen kaikkea häiriöpäästöistä aiheutuviin ympäristöriskien ennaltaehkäisevää toimintaa. Riskianalyysin tulosten ja toimenpide-ehdotusten toteuttamisen avulla pystytään varmistamaan yrityksen häiriötön toiminta ja viestimään yrityksen riskienhallintatoimenpiteistä sidosryhmätahoille. Näin voidaan luoda positiivista yritysimaagoa, luottamuspääomaa ja ympäristön-suojelua.

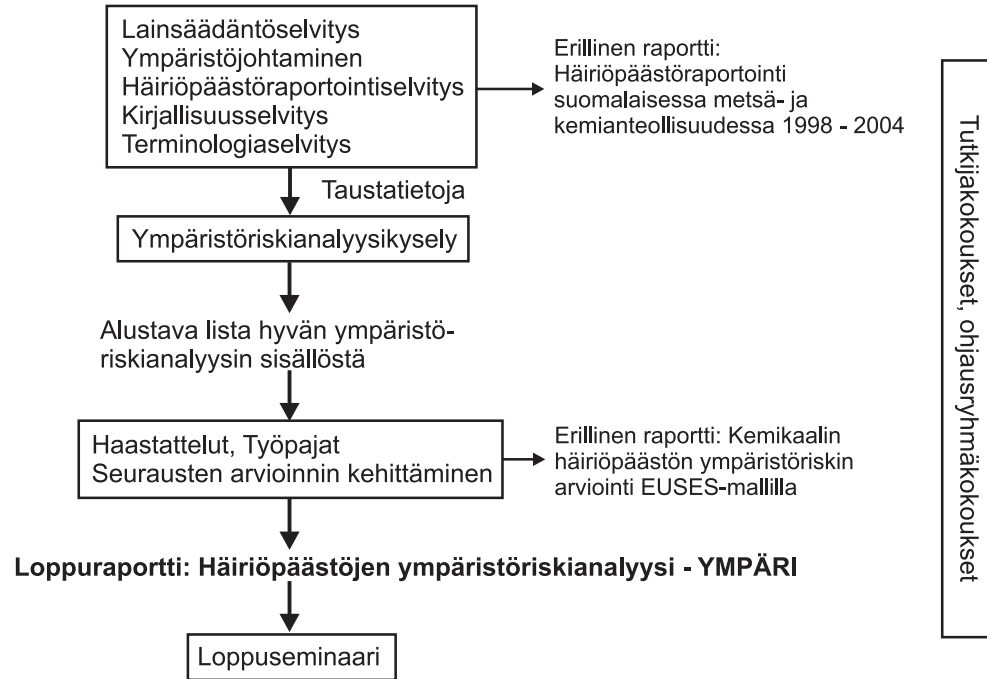
Aina riskien hallinnassa ei onnistuta ja seurauksena syntyy laitoksen normaalitoiminnasta poikkeavia päästöjä. Näiden tilanteiden kirjaaminen ja syiden analysointi sekä niistä avoimesti tiedottaminen ovat ympäristöriskianalyysin ja siihen liittyvien toimenpiteiden ohella tärkeä osa häiriöpäästöjen hallintaa. Häiriöpäästökirjanpito antaa sekä yritykselle itselleen että viranomaisille ja muille sidosryhmätahoille tietoa riskienhallinnan toimenpiteiden riittävydestä ja kehittämistarpeista sekä saattaa auttaa tunnistamaan uusia ennalta tiedostamattomia riskejä.

Ympäristöministeriön rahoittamassa esiselvityksessä ”Häiriöpäästöjen hallinnan tehostaminen – poikkeus- ja häiriötilanteet” (Molarius ja Wessberg 2003) havaittiin, että yritysten ja viranomaisten keskuudessa on selkeä toivomus: yritysten häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysin sisältö ja toteutus tulisi olla ohjeistettu siten, että kerran tehty ympäristöriskianalyysi kelpaisi täyttämään eri tahojen tarpeet. Tutkimus myös paljasti sen, että kentällä on suuri tarve saada käytännönläheisiä työvälineitä ympäristöriskien seurausten arviointiin. Tutkimus kaiken kaikkiaan osoitti, että häiriöpäästöistä aiheutuvien ympäristöriskien hallinta vaatii kehittämistä.

Tilanteen parantamiseksi Ympäristöministeriö (YM), Turvatekniikan keskus (TUKES), Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja VTT perustivat YMPÄRI-hankkeen, jonka tavoitteena oli laatia suositus hyvästä laitospöytästä häiriöpäästöjen ympäristö-riskianalyysistä. Hanke alkoi vuonna 2004 ja päättyi loppuvuodesta 2005. Yleisenä tavoitteena oli myös selvittää ympäristö-riskianalyysiin liittyvää käsitteistöä, riskien hyväksyttävyyttä ja riskianalyysin lainsäädännöllistä perustaa häiriöpäästöjen hallinnassa. Lisäksi erityisenä tavoitteena oli parantaa häiriöpäästöjen ekologisten seurausten arviointivalmiutta. Tuloksena syntyi tässä raportissa esitetty YMPÄRI-suositus.

2 YMPÄRI-hankkeen toteutus ja taustaselvitysten tulokset

YMPÄRI-hanke koostui lainsäädäntö- ja ympäristöjohtamisjärjestelmäselvityksistä, häiriöpäästöraportointiselvityksestä, terminologiaselvityksestä, kirjallisuusselvityksestä, ympäristöriskianalyysikyselystä, haastatteluista, työpajoista, seurausten arvioinnin kehittamisestä sekä tutkijakokouksista, ohjausryhmäkokouksista ja loppuseminaarista (kuva 2). Osavaiheiden sisältö on esitetty seuraavissa alakappaleissa (2.1 - 2.10).



Kuva 2. YMPÄRI-hankkeen sisältö ja kulku.

2.1

Ympäristöriskianalyysivelvoite lainsäädännössä ja viranomaisyhteistyö

Ympäristöriskianalyysi voidaan vaatia tehtäväksi Suomessa ympäristönsuojelulain (86/2000)³ ja -asetuksen (169/2000) sekä kemikaaliturvallisuuslain (390/2005)⁴ ja teollisuuskemikaaliasetuksen (59/1999)⁵ perusteella.

Ympäristölupahakemuksessa on annettava arvio toimintaan liittyvistä ympäristöriskeistä, onnettomuuksien estämiseksi suunnitelluista toimista sekä toimista häiriö-

³ Ympäristönsuojelulaki ja asetus muutoksineen pohjautuvat ns. IPPC-direktiiviin (Integrated Pollution Prevention and Control, 91/61/EY).

⁴ Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005, pohjautuu ns. SevesoII-direktiiviin (96/82/EY).

⁵ Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista 59/1999 muutoksineen, pohjautuu ns. SevesoII-direktiiviin (96/82/EY).

tilanteissa. Usein itse ympäristöluvassa edellytetään erillisen ympäristöriskianalyysin tekemistä, jos hakemuksen yhteydessä annettu selvitys ei ole riittävä. Hakemukseen on myös tarpeen mukaan liitettävä teollisuuskemikaaliasetuksen mukainen turvallisuusselvitys tarpeellisessa laajuudessa. Riskienhallinnan kannalta keskeisen, olemassa olevan ja helposti saatavan tiedon puuttuminen lupahakemuksesta voi olla perusteena palauttaa hakemus toiminnanharjoittajalle hakemuksen täydentämistä varten.

Koska turvallisuusselvitykset keskittyvät vaarallisiin kemikaaleihin, ja yleensä vain suuronnettomuuksiksi luokiteltaviin onnettomuuksiin, ne eivät yksinään riitä kattamaan kaikkia ympäristöriskejä. Ympäristövaikutuksia voi aiheutua myös muunlaisten aineiden tai ilmiöiden hallitsemattomasta vapautumisesta ympäristöön sekä pienemmistä häiriötilanteista kuin suuronnettomuuksista. Esimerkiksi täysin vaarattomat aineet, kuten kasviöljyt tai tärkkelys, voivat sekoittaa biologisen puhdistamon toiminnan ja aiheuttaa haitallisia seurauksia ympäristöön. Lisäksi vain osalla suomalaisista teollisuuslaitoksista on velvollisuus laatia turvallisuusselvitys.

Kemikaalilainsäädännön lähtökohtana on, että toiminnanharjoittaja tunnistaa kemikaalien käsittelyyn liittyvät riskit, eli laitostasolla mahdolliset onnettomuudet, niiden todennäköisyydet sekä niiden henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkojen vaikutukset, ja toteuttaa näin saatuun tietoon perustuen onnettomuuksien ehkäisemistä koskevat toimenpiteet (päämäärät, tavoitteet, tekniset ja organisatoriset toimenpiteet). Ympäristöriskianalyysi on siten osa onnettomuusriskien kuvausta ja se liitetään aina lupahakemuksiin ja muutossilmoituksiin sekä suurimpien laitosten tekemiin turvallisuusselvityksiin, joissa kuvataan erityisen yksityiskohtaisesti **suuronnettomuuksiksi** luokitellut onnettomuudet ja niiden hallinta. Lisäksi ympäristövahingot ja niiden torjuminen on otettava mukaan myös laitosten sisäisissä pelastussuunnitelmissa ja toimintaperiaatteissa.

Käytännössä ympäristölupahakemusten yhteydessä ei ole tähän asti esitetty säännömukaisesti ympäristöriskianalyysyä ympäristöriskien arvioinnin perusteena. YMPÄRI-hankkeen tulosten mukaan suosittelemme, että ympäristölupahakemusten yhteydessä tulee soveltaa samaa lähtökohtaa kuin kemikaalilainsäädännössä eli ympäristöriskianalyysi tulee olla tarpeellisessa laajuudessa aina osa ympäristölupahakemuksesta ainakin alueellisten ympäristökeskusten ja ympäristölupavirastojen käsittelemissä hakemuksissa.

Ympäristönsuojelulain mukaiset luvat myöntää ympäristölupavirasto, alueellinen ympäristökeskus tai kunnan ympäristönsuojeluviranomainen ympäristönsuojeluasetuksen mukaisesti. Ympäristölupien valvonnasta vastaavat alueellinen ympäristökeskus ja kunta.

Vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin valvontaviranomaisia (luvat, tarkastukset ja muu valvonta) ovat TUKES (laajamittaiset kohteet) sekä pelastusviranomaiset (vähäiset kohteet).

Eri lakien mukaisia lupia myöntävillä samoin kuin riskien valvonnasta vastaavilla viranomaisilla on ollut tähän asti varsin vähän keskinäistä yhteistyötä. Yhteistyö on lähinnä muodostunut ympäristökeskusten lausunnon pyytämisestä TUKESin käsittelemiin lupiin ja turvallisuusselvityksiin sekä osallistumisesta TUKESin määraikaistarkastuksiin teollisuuslaitoksissa. Keskinäisestä työnjaosta on sovittu vain harvoin, taikka varmistettu, ettei anneta ristiriitaisia vaatimuksia.

Ympäristöjohtaminen ja ympäristöriskianalyysit

Ympäristöjohtamisjärjestelmän rakentamisessa ja ylläpitämisessä keskeinen tehtävä on ympäristönäkökohtien tunnistaminen. Tunnistettujen ympäristönäkökohtien pohjalta yritys luo ympäristöpolitiikan sekä asettaa tavoitteita ja päämääriä, joiden toteuttamiseksi puolestaan rakennetaan ympäristöjärjestelmä. Järjestelmän perusajatus on siis tunnistaa toiminnasta ympäristönäkökohtia ja luoda niiden pohjalta tavoitteita ja toimintaa ympäristövaikutusten pienentämiseksi.

Ympäristönäkökohta on organisaation toimintojen, tuotteiden tai palvelujen osa, joka voi olla vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa (ISO 14001⁶ § 3.3). Organisaation täytyy luoda ja ylläpitää menettelytavat ympäristönäkökohtien tunnistamiseen, merkittävien vaikutusten määrittämiseen ja edelleen organisaation pitää varmistaa, että nämä merkittaviin vaikutuksiin liittyvät ympäristönäkökohdat otetaan huomioon ympäristöpäämääriä asetettaessa (ISO 14001 § 4.3.1). Kaikissa tapauksissa pitäisi kiinnittää huomiota organisaation **normaaliin ja epätavalliseen toimintaan sekä mahdollisiin hätätapauksiin** (ISO 14001 Liite A.3.1). **...Menettelytavan pitäisi ottaa huomioon normaalit käyttöolosuhteet, pysäytys- ja käynnistysolosuhteet samoin kuin realistisesti mahdolliset merkittävät vaikutukset, jotka liittyvät melko todennäköisiin tilanteisiin tai hätätilanteisiin** (ISO 14001 Liite A.3.1).

Ympäristöriskianalyysin tarkoitus on tunnistaa vaaroja, häiriöpäästömahdollisuuksia eli tilanteita, olosuhteita ja rakenteita, joista voisi aiheutua äkillinen, ennalta arvaamaton ympäristövaikutus, ja arvioida vaaroista aiheutuva ympäristöriski. Lisäksi ympäristöriskianalyysiin kuuluu esittää parannusehdotuksia riskien saamiseksi hallintaan. Näin määritellen ja verrattaessa tätä ISO 14001 standardin ympäristönäkökohtien määritelmään, ympäristöriskianalyysi on osa ympäristönäkökohtien tunnistamisprosessia.

Ympäristönäkökohtien tunnistamisen lisäksi ympäristöriskianalyysillä on yhteys ISO 14001 -järjestelmän kohtaan Valmius ja toiminta hätätilanteissa (4.4.7). Sen mukaan organisaation täytyy luoda ja ylläpitää menettelytavat mahdollisten onnettomuus- ja häiriötilanteiden tunnistamiseksi ja niissä toimimiseksi sekä niihin mahdollisesti liittyvien ympäristövaikutusten ehkäisemiseksi ja lieventämiseksi. Tämä voidaan tulkita niin, että standardi kehottaa organisaatiota tekemään nimenomaan vaaratilanteita ja -mahdollisuuksia tarkastelevan ympäristöriskianalyysin.

YMPÄRI-hankkeen haastattelujen tulosten perusteella järjestelmällisiä ympäristöriskianalyysijä ei ole säännönmukaisesti toteutettu eikä sertifioijien toimesta vaadittu tyydyttävällä tavalla ISO 14 001 standardin rakentamisen, ylläpidon ja tarkastusten yhteydessä. Häiriöpäästötilanteiden tarkastelu ympäristöjärjestelmien yhteydessä on ollut useimmiten satunnaista.

Häiriöpäästöraportointi

Ympäristönsuojelulain mukaan onnettomuudesta, tuotantohäiriöstä tms. on ilmoitettava ympäristöviranomaiselle, jos siitä voi aiheutua ympäristön pilaantumisen vaa-

⁶ Myös EMAS-järjestelmässä (the Eco-Management and Audit Scheme) noudatetaan ISO 14001 -standardin mukaista ympäristöjohtamisjärjestelmää.

raa. Vastaavasti toiminnanharjoittajan on ilmoitettava vakavista onnettomuuksista (päästöt, räjähdys, tulipalot jne.) aina myös TUKESIin.

YMPÄRI-hankkeen yhteydessä tehtiin häiriöpäästöselvitys (Ruokonen ja Wessberg 2005), jossa tarkasteltiin metsä- ja kemianteollisuuden ulkoista ja sisäistä häiriöpäästöraportointia. Ulkoisen häiriöpäästöraportoinnin lähteenä olivat yritysten ympäristöraportit. Yritysten sisäisestä häiriöpäästöraportoinnista ja kirjanpidosta saatiin tietoa puhelinhaastatteluin.

Selvityksessä ilmeni, että vuosina 1998–2004 julkisissa ympäristöraporteissa oli kirjattu metsäteollisuudessa yhteensä 168 häiriöpäästöä ja kemianteollisuudessa yhteensä 86 häiriöpäästöä. Yritykset ovat kirjanneet häiriöpäästöt yritysten sisäisesti varsin kattavasti, mutta häiriöpäästöistä tiedottaminen, esimerkiksi viranomaisille, on ollut täysin tapauskohtaista. Tiedottamista häiritsee erityisesti se, että ilmoitettavaa häiriöpäästöä ei ole määritetty. (Ruokonen ja Wessberg 2005)

YMPÄRI-hankkeen perusteella häiriöpäästö, josta tulee ilmoittaa viranomaiselle, on **päästö, joka on määrältään tai laadultaan poikkeuksellinen, jonka aiheuttajana on poikkeuksellinen tilanne ja on olemassa mahdollisuus ympäristön pilaantumiselle**. YMPÄRI-hankkeen perusteella suosittelemme, että ilmoituskynnys on matala; kaikki vähänkään epäilyttävät tilanteet on hyvä ilmoittaa viranomaiselle.

Ilmoitus häiriöpäästöstä tehdään sähköisesti ympäristöhallinnon VAHTI-järjestelmään. VAHTI-järjestelmään tulleista häiriöpäästöilmoituksista voidaan laatia valtakunnallinen tilasto, jonka avulla häiriöpäästöjen hallinnan tilannetta voidaan tulkita ja seurata.

TUKES ylläpitää VARO-rekisteriä, johon se rekisteröi kaikki tietoonsa tulleet toimialallaan sattuneet onnettomuudet. Suuri osa rekisteriin tulleista ilmoituksista tulee yrityksiltä, mutta sinne tallennetaan myös viestintävälineiden ja pelastustoimen rekisterin kautta tulleet ilmoitukset, joihin pyydetään tarvittaessa lisäselvityksiä yrityksiltä. Rekisterin perusteella tehdään vuosittaiset yhteenvedot, josta käyvät ilmi mm. onnettomuuksiin johtaneet syyt. VARO-rekisteriin on kuitenkin kirjattu hyvin vähän ympäristöön kohdistuneita seurauksia.

Varsinaisten häiriöpäästöjen lisäksi yrityksissä kannattaa kirjata ylös ja tilastoida myös sellaiset **läheltä piti -tilanteet**, joissa olisi saattanut aiheutua häiriöpäästö ympäristöön. Läheltä piti -tilanne on esimerkiksi tilanne, jossa päästö valuu vuotoaltaaseen eikä siitä enää pitemmälle ympäristöön. Sisäiset häiriöpäästö- ja läheltä piti -rekisterit antavat tietoa yrityksen häiriöpäästöjen hallinnan tasosta ja riskienhallinnan toimenpidetarpeista.

2.4

Kirjallisuusselvitys

YMPÄRI-hanketta varten teetettiin VTT Tietopalvelussa kirjallisuushaku 1980-luvulta eteenpäin⁷. Kirjallisuushaun tuloksena saatiin noin 520 otsikkoa, joista valittiin abstraktitasolle 42 otsikkoa. Suurimmassa osassa julkaistuja tekstejä keskitytään määrittelemään USA:n ympäristöviranomaisen EPA:n Risk Management Program -vaatimuksia ja Seveso-direktiivin vaatimuksia. Varsinaisesti häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysiä ei ole kirjallisuudessa käsitelty omana asianaan. Kirjallisuusselvityksen tuloksena

⁷ Haku tehtiin viidestä tietokannasta: CAPLUS (kemian ja lähialueet), COMPENDEX (tekniikka), NTIS (tutkimusraportteja eri maista), PASCAL (monitiet., erit. ranskal. ain.), POLLUAB (maan, vesien ja ilman saastuminen, jätteiden käsittely). Asiasanat olivat: risk management/assessment/analysis, environment risk/hazard, accident? emission/release/discharge.

löydettiin joitakin Ympäristöriskianalyysikuvauksia⁸ sekä ympäristöriskien arviointiin keskittyviä lähinnä kvantitatiivisia riskianalyysimenetelmiä, jotka kuitenkin olivat enemmän luonteeltaan terveys- tai ekologisen riskin arviointiin sopivia työkaluja⁹.

2.5

Terminologiaselvitys

Terminologiaa selvitettiin käymällä läpi lainsäädännössä käytettyä sanastoa, ympäristölupapäätöksiä, standardeja ja kirjallisuutta. Ympäristöriskeihin liittyvä terminologia vaihtelee johtuen osittain lainsäädännön erilaisista käsitteistä. Esimerkiksi kemikaaliturvallisuuslaissa käytettyä ”vaara” –käsitettä ja ympäristönsuojelulaissa esiintyvää ”riski” –käsitettä käytetään usein merkityksissä, jotka ovat hyvin lähellä toisiaan. YMPÄRI-hankkeen haasteena on ollut laatia sekä kemikaaliturvallisuuden että ympäristöturvallisuuden asia-alueita tyydyttävä käsitteistö.

Ympäristölupapäätöksissä on havaittavissa erityisen paljon kirjavuutta niiden käsitteiden käytössä, jotka koskevat riskien arviointia ja siitä tehtävän selvityksen muotoa. Tämä lienee heijastusta riskikäsitteistön vakiintumattomuudesta toiminnanharjoittajien teettämässä riskianalyysissä. Käsitteet siirtyvät lupahakemuksiin ja sitä kautta myönnettäviin ympäristölupiin. Käytäessä läpi ympäristölupapäätöksiä, havaittiin, että käytetyt käsitteet riskien arviointiin liittyen vaihtelivat pääasiassa sen mukaan, mitä toiminnanharjoittaja oli hakemuksessa ilmoittanut. Hakemus- tai päätösvaiheessa viranomaiset eivät olleet tarkemmin eritelleet, mitä sisällöllisiä vaatimuksia ympäristöriskien arvioimiselle tulisi asettaa. Yleensä ympäristöriskianalyysiä ei oltu tehty hakemusvaiheessa, vaan vasta päätöksessä esitetyn velvoitteen seurauksena.

Käytäessä läpi noin 100 kpl suurille teollisuuslaitoksille vuonna 2004 annettua ympäristölupapäätöstä havaittiin, että ympäristölupaviranomaiset olivat edellyttäneet toiminnanharjoittajilta erillistä toimenpidettä tai -selvitystä 22 lupapäätöksessä. Käsitteistö näissä läpikäydyissä päätöksissä oli hyvin kirjavaa. Päätöksissä oli vaadittu joko riskianalyysin (4 kpl), riskikartoituksen (3 kpl), riskienhallintasuunnitelman (3 kpl) tai riskientorjuntasuunnitelman (3 kpl) päivittämistä tai hyväksyttämistä viranomaisessa. Ajankohta, mihin mennessä hyväksyttäminen tulee tehdä, oli näissä päätöksissä erikseen mainittu. Neljässä päätöksessä oli edellytetty, että kartoitukseen liittyen laaditaan hallinta- tai torjuntasuunnitelma. Kolmessa päätöksessä oli edellytetty, että ”toiminnanharjoittajan on kartoitettava laitoksen tai toiminnan ympäristöriskit”. Päätöksissä oli käytetty myös termejä ympäristöriskiselvitys (6 kpl) ja ympäristöriskinarviointi (3 kpl). Ympäristöriskianalyysi-termin käyttöä ei havaittu lupapäätöksissä, mutta ympäristöriskianalyysi-termiä on käytetty mm. 90-luvun alussa tehdyissä selvityksissä (Seppälä 1992).

⁸ Suomessa Esko Rossin indeksimenetelmä (Rossi 1991), Vesi- ja ympäristöhallituksen ympäristöriskianalyysiksi teollisuuden onnettomuus- ja häiriötilanteiden hallintaan (Seppälä 1992) ja VTT:n Satunnaispäästöriskianalyysi puunjalostusteollisuuteen (Isännäinen, Rouhiainen, Koivisto ja Edelman 1992) ja siitä edelleen eteenpäin kehitetty SARA (Wessberg, Tiihonen ja Malmén 2000) sekä Pk-rh -ympäristöriskienhallintavälineistö (http://www.pk-rh.com/show_doc.asp?ID=319), sekä ulkomailla mm. lähteet: System Safety Analysis Handbook 1997, Espanjalaisten ympäristöriskianalyysistandardi ja indeksimenetelmä (Danihelka 2006), Tsekkiläisten indeksimenetelmä (Danihelka 2006), A Guide to Risk Assessment and for Environmental Protection 1995, Pollard, ja Guy 2001, A Guidebook to Comparing Risks and Setting Environmental Priorities 1993, Fairman, Mead ja Williams 2004.

⁹ Ks. esim. Wilday, Ali ja Wu 1998, Khan, Rani, Deepa ja Abbasi 1997, Ficbauer ja Ivánek 2004.

Ympäristöriskianalyysikysely

Hankkeessa tehtiin kysely¹⁰ siitä, miten ympäristöriskianalyysijä on tehty suomalaisessa teollisuudessa. Kyselyssä selvitettiin seurausmallien käyttöä, ympäristöriskianalyysin käyttöä ja riskianalyysin laatijoita. Lisäksi tiedusteltiin halukkuutta antaa analyysi hankkeen käyttöön, sekä onko yrityksessä tehty muita riskianalyysijä, joissa olisi huomioitu ympäristöasioita. Kyselyyn vastasi yhteensä 53 yritystä toukokuun alussa 2004.

Kyselyn perusteella saatiin tietää, mitkä vastanneista yrityksistä ovat tehneet ympäristöriskianalyysin (44/53), ja ketkä voisivat antaa analyysinsä hankkeeseen tarkasteltavaksi (30/53). Molempiin kysymyksiin myöntävästi ja/tai ehdollisesti myöntävästi vastanneista yrityksistä valittiin 19 yritystä, joita lähestyttiin sähköpostilla. Tuloksena saatiin 11 analyysiä tarkasteltavaksi hankkeeseen. Analyysien tekijöinä olivat VTT, Esko Rossi Oy ja Viatek (nykyisin Ramboll Finland Oy) sekä yritykset itse joko oman henkilöstön voimin tai opinnäytetöinä.

Alkukyselyssä esiin tulleiden analyysien tarkastelun perusteella laadimme listan, joka alustavasti luetteli hyvän ympäristöriskianalyysin sisällön. Hankkeen aikana tämä alustava lista täydentyi haastattelujen, kirjallisuus- ja terminologiaselvitysten, työpajojen ja seurausten arvioinnin kehittämisen avulla YMPÄRI-tarkistuslistaksi (liite 1).

Haastattelut

Alustava YMPÄRI-tarkistuslista toimi teemarunkona haastatteluissa. Tavoitteena oli selvittää, miten haastateltu taho oli tehnyt ympäristöriskianalyysin, mitä puutteita ja hyviä puolia se siinä näki, mikä oli erityisen tärkeää ympäristöriskianalyysissä ja mihin tulisi kiinnittää huomiota kehitystyötä tehtäessä.

Haastateltaviksi yrityksiksi valittiin ne yritykset, jotka antoivat ympäristöriskianalyysinsä hankkeen käyttöön. Yrityksiltä kysyttiin puhelimesta tarkentavia kysymyksiä asioista, jotka olivat jääneet epäselviksi kirjallisen materiaalin perusteella. Lisäksi kysyttiin, miksi yritykset olivat valinneet tietyn menetelmän, mitä ne pitivät tärkeänä analyysissä sekä mitä ongelmia ja onnistumisia menettelyssä havaittiin.

Haastateltaviksi konsulteiksi valittiin kolme ympäristöriskianalyysikyselyn perusteella tietoon tullutta konsulttia¹¹. Lisäksi tehtiin haastattelut kahdessa sertifiointilaitoksessa. Haastateltavia pyydettiin kuvaamaan tekemäänsä työtä ja kertomaan, miten häiriöpäästöjen hallinta ja analysointi ilmenevät työn tekemisessä. Lisäksi pyydettiin näkemystä alustavaan YMPÄRI-tarkistuslistaan.

Esiselvityksen pohjalta arvioitiin, että yksittäisten ympäristöviranomaisten taustatiedot ja kokemukset ympäristöriskianalyysien arvioimiseksi ja laatukriteerien varmistamiseksi ovat hyvin vähäiset. Tästä syystä, sekä TUKESin että ympäristöhallinnon viranomaiset saivat tuoda omat näkemyksensä esille yhteisesti työpajoissa.

¹⁰ Puhelinkysely, jonka teki Nordic NC.

¹¹ Ramboll Finland Oy (ent. Viatek), Insinööritoimisto Paavo Ristola, Maa ja Vesi (Pöyry Group). Myös Esko Rossi Oy:hyn ja Neste Jacobs Oy:hyn oltiin yhteydessä. Sertifiointilaitokset: SFS Inspecta Sertifiointi ja DNV.

Tämän lisäksi haastateltiin ympäristölupavirastosta erikseen yhtä ympäristölupaviranomaista¹², jolta saatiin konkreettisia parannusehdotuksia ympäristöriskianalyysin suositusluonnokseen. Haastattelussa käytiin läpi erään metsäteollisuusyrityksen tuotantolaitoksella tehty ympäristöriskianalyysi.

2.8

Työpajat

Hankkeessa järjestettiin kolme työpajaa:

1. Työpaja lupaviranomaisille 26.1.2005, SYKE, Helsinki
2. Työpaja lupaviranomaisille, konsulteille ja tuotantolaitoksille 31.3.2005, VTT, Tampere
3. Työpaja kaikille kiinnostuneille 27.5.2005, SYKE, Helsinki.

Työpajoissa käsiteltiin ympäristöriskianalyysiin liittyviä asioita ja haettiin yhteistä näkemystä hyvästä ympäristöriskianalyysin sisällöstä ja muodosta. YMPÄRI-tarkistuslistaluonnos sisältyi jokaisen kolmen työpajan yhteydessä jaettuun materiaaliin ja sitä työstettiin työpajojen yhteydessä. Ensimmäisessä työpajassa SYKE:ssä oli 35, toisessa VTT:llä pidetyssä työpajassa 29 ja viimeisessä SYKE:ssä järjestetyssä työpajassa oli 31 osallistujaa.

Työpajojen kutsujen ja muiden kommenttipyyntöjen yhteydessä YMPÄRI-tarkistuslistan luonnos lähetettiin sähköpostitse yhteensä 72 ihmiselle sisältäen viranomaisia, yritysten edustajia, konsultteja ja tutkijoita. Työpajojen yhteenvedot sekä luonnos hyvän ympäristöriskianalyysin sisällöstä oli myös julkisesti saatavilla hankkeen www-sivulla.

Tarkistuslistaa testattiin ympäristöriskien arviointiin keskittyvän kurssin yhteydessä¹³. Kurssilaisille järjestettiin ryhmätö, jossa toteutettiin ympäristöriskianalyysi suositusluonnoksen pohjalta.

2.9

Seurausten arvioinnin kehittäminen

Eräs keskeinen puute aikaisemmissa ympäristöriskien arvioinneissa on ollut, ettei häiriöpäästöjen seurauksia ole pystytty arvioimaan riittävällä tarkkuudella. Sopivia yksinkertaisia arviointityökaluja ei ole ollut käytettävissä. YMPÄRI-hankkeessa laaditut seurausmatriisi ja ohjeita kemikaalikartoituksen tekemiseen sekä ympäristöolosuhteiden huomiointiin ja vesiin kohdistuvien seurausten luokitteluun paikkaavat tätä puutetta. Näiden lisäksi voidaan soveltaa erillisiä mallinnustyökaluja sekä ekologista riskin arviointia, joiden käytöstä on laadittu käytännönläheiset yleisohjeet. Lisäksi työn aikana perehdyttiin EU:ssa kemikaalein riskinarviointiin kehitettyyn EUSES-malliin, josta laadittiin häiriöpäästöjen arviointiin erillisraportti (Koskela, Seppälä, Hiltunen ja Mattila 2006).

¹² Ympäristöneuvos Lea Siivola

¹³ Ympäristöriskien tunnistaminen, arviointi ja hallinta tuotantolaitoksilla 20. - 21.1.2005, Hotelli Rivoli, Järvenpää, Insko-seminaari, AEL.

Tutkijakokoukset, ohjausryhmäkokoukset ja loppuseminaari

YMPÄRI-hankkeessa pidettiin yhteensä 10 tutkijakokousta¹⁴ ja viisi ohjausryhmäkokousta¹⁵, joissa hankkeen ohjauksen ohella myös kehitettiin YMPÄRI-suositusta ja -tarkistuslistaa. Hankkeen yhteydessä järjestettiin myös loppuseminaari 9.3.2006 SYKE:ssä.

¹⁴ SYKE:stä Jyri Seppälä, Sirkka Koskela, Pirkko Kekoni, Jaana Pennanen, Kimmo Silvo, TUKES:ista Mirja Palmén ja Leena Ahonen ja VTT:ltä Riitta Molarius ja Nina Wessberg.

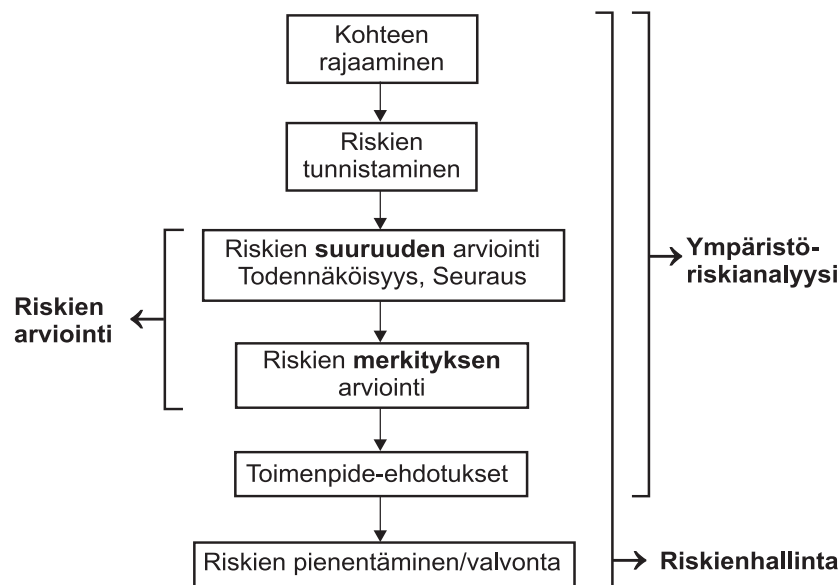
¹⁵ Vaihteleva osanotto, YM: Miliza Malmelin, Risto Kuusisto, TUKES: Leena Ahonen, Mirja Palmén, SYKE: Jyri Seppälä, Pirkko Kekoni, VTT: Riitta Molarius, Nina Wessberg, Jyrki Tiihonen.

3 Mikä on ympäristöriskianalyysi?

3.1

Riskianalyysistä ympäristöriskianalyysi

Riskianalyysi on tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi ja riskin suuruuden arvioimiseksi. Riskien arviointi sisältää lisäksi riskin merkityksen arvioinnin, ja riskienhallinta myös riskin pienentämiseen ja valvontaan liittyvien toimenpiteiden suunnittelun ja toteuttamisen (kuva 3). Vaikka riskianalyysi standardin (SFS-IEC 60300-3-9 2000) mukaan määriteltynä kattaa riskienhallinnan prosessin vain riskien suuruuden arvioimiseen asti, on YMPÄRI-hankkeen tulosten perusteella asianmukaista tarkastella ympäristöriskianalyysin yhteydessä myös riskin merkityksen arviointia ja riskin pienentämiseen tähtääviä toimia. YMPÄRI-hanke suosittelee ympäristöriskianalyysin sisällöksi kuvassa 3 esitettyä rajausta: **Ympäristöriskianalyysi sisältää kohteen rajaamisen, riskien tunnistamisen, riskin suuruuden arvioinnin, riskin merkityksen arvioinnin sekä toimenpide-ehdotukset.** Kohteen rajaaminen pitää sisällään analyysin tavoitteiden määrittämisen, analyysin rajaamisen sekä tietojen kokoamisen.



Kuva 3. YMPÄRI-hankkeen tulkinta ympäristöriskianalyysin sisällöstä ja sen suhteesta riskienhallintaan.

3.2

Riskien arviointi

Riskien arviointi kattaa riskin suuruuden ja merkityksen arvioinnin¹⁶. **Riskien suuruuden arviointi** tarkoittaa tässä yhteydessä tunnistettujen häiriöpäästötilanteiden esiintymisen taajuuden tai todennäköisyyden sekä seurausten arvioimista. **Riskien merkityksen arviointi** puolestaan tarkoittaa riskin suhteuttamista paikallisiin olosuhteisiin ja tilanteeseen, ml. yhteiskunnalliset ja taloudelliset näkökohdat. Riskien merkityksen arviointi on lähellä riskien hyväksyttävyyden arviointia.

¹⁶ Riskien arvioinnin määrittämisessä on nojaututtu ekologisen riskin arvioinnin yhteydessä tunnustettuun käsitteistöön eikä standardin SFS-IEC 60300-3-9 2000 määritelmiin.

4 Kuinka ympäristöriskianalyysi tehdään?

Tässä luvussa käydään läpi YMPÄRI-hankkeen tuottama ja suosittelema malli hyvän ympäristöriskianalyysin sisällöstä ja ympäristöriskianalyysin toteuttamisesta (kuva 4). Liitteessä yksi on esitetty lisäksi tiivistetty tarkistuslista asioista, jotka tulee huomioida hyvässä ympäristöriskianalyysissä (YMPÄRI-tarkistuslista).

Ympäristöriskianalyysin osa-vaiheita ovat:

1. Analyysin tavoitteiden määrittäminen
2. Analyysin rajaaminen
3. Tietojen kokoaminen
4. Riskien tunnistaminen
5. Riskien suuruuden arvioiminen
6. Riskien merkityksen arvioiminen
7. Tulokset ja toimenpide-ehdotukset
8. Analyysin arvioiminen ja päivittämissuunnitelma
9. Raportointi ja tiedottaminen

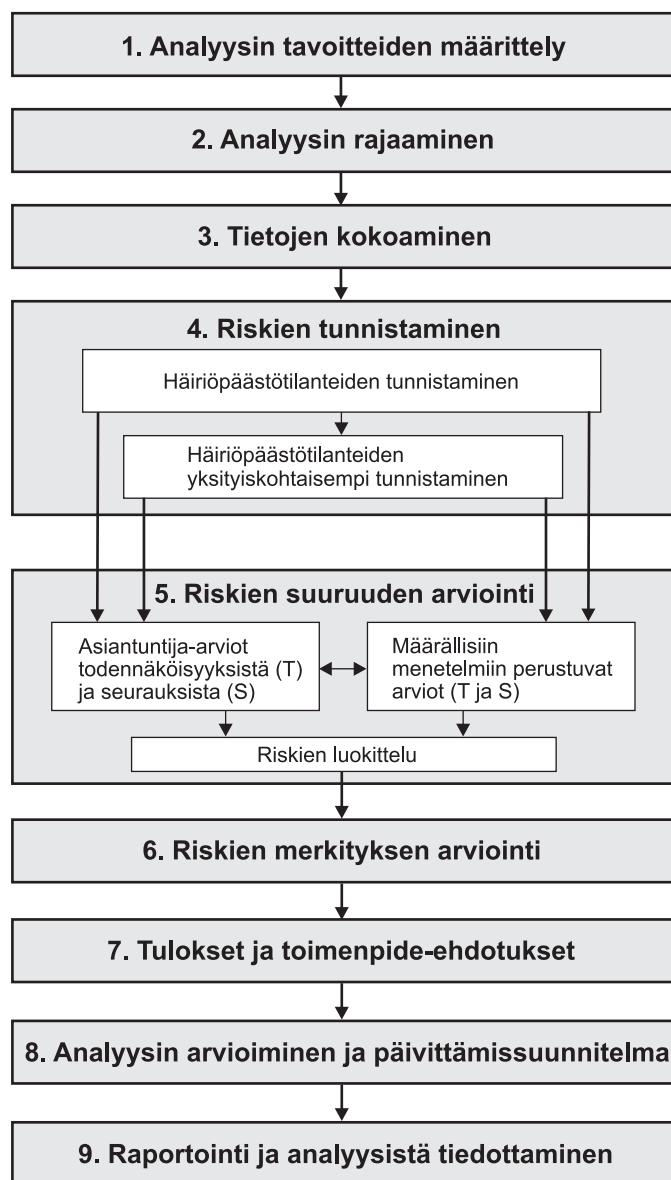
Haasteellisimpia osavaiheita ympäristöriskianalyysissä ovat riskien (häiriöpäästötilanteiden) tunnistaminen sekä tunnistettujen riskien seurausten suuruuden arvioiminen. Ympäristöriskianalyysin tärkeimpiä tuloksia ovat toimenpide-ehdotukset riskien hallitsemiseksi ja valvomiseksi.

4.1

Analyysin tavoitteiden määrittäminen

Analyysin sisältö määräytyy sen perusteella, mihin tarkoitukseen tai kenen tarpeita silmällä pitäen analyysi laaditaan. Ensimmäiseksi onkin määriteltävä analyysin tavoite. Jokaisen ympäristöriskianalyysin tavoite on tietysti ympäristön suojeleminen, mutta lisäksi tavoite määrittyy sen mukaan, mistä syystä analyysi tehdään. Analyysi voi olla osa yrityksen normaalia suunnitteluprosessia turvallisuuden varmistamiseksi tai se voidaan tehdä esimerkiksi viranomaisvelvoitteesta, ympäristöjohtamisjärjestelmän tai muun johtamisjärjestelmän tarpeesta, vakuutusyhtiön pyynnöstä, yrityskauppojen yhteydessä, henkilöstön kouluttamiseksi ja niin edelleen. Analyysi voi koskettaa uutta suunnitteilla tai rakenteilla olevaa laitosta, tai vanhaa olemassa olevaa laitosta.

Mikäli riskianalyysi liittyy viranomaisvelvoitteisiin, sen kattavuudesta, menetelmistä ja esitystavoista voi olla hyvä sopia esim. yhteisessä kokouksessa. Samoin on hyvä selvittää riittävätkö mahdollisesti jo olemassa olevat turvallisuus- ja vaaranarviointiselvitykset ja/tai muut vastaavat riskiselvitykset täyttämään ympäristöriskianalyysin tarpeet.



Kuva 4. Ympäristöriskianalyysin sisältö ja kulku – ympäristöriskianalyysiprosessin vaiheet.

4.2

Analyysin rajaaminen

Analyysin riittävyyden arvioinnin kannalta on tärkeää, että analyysissä esitetään valitut rajaukset¹⁷. Sekä käsiteltävä kohde että tarkasteltavat riskityypit määritellään yksiselitteisesti. Käsiteltävä kohde voidaan rajata esimerkiksi tehdasalueen fyysisten raja-aitojen mukaan tai tehdasalueella olevien toimintojen omistussuhteiden mukaan.

¹⁷ Tällä rajauksella tarkoitetaan nimenomaan häiriöpäästötilanteita mahdollistavaa kokonaisuutta, esimerkiksi tehdasalue ja siihen liittyvät toiminnot. Seurausten vaikutusalue on luonnollisesti paljon laajempi. Lisäksi vaarallisia tapahtumia voi aiheutua myös esimerkiksi tehdasalueen ulkopuolelta aiheutuvista syistä johtuen, esimerkiksi luonnonilmiöt, kuten ukonilma tai ulkopuoliset kulkijat.

Riskityypeinä voidaan käsitellä vain yksin ympäristöriskejä tai muut riskilajit voidaan ottaa tarkasteluun mukaan, kuten esim. henkilö- tai omaisuusriskit. Analyysistä voidaan rajata pois toimintoja, laitteita tai aineita, kunhan rajaukset kerrotaan ja perustellaan analyysiraportissa.

Ympäristöriskit tarkastellaan erityisesti uusissa kohteissa tai niihin tehdyissä muutoksissa samassa yhteydessä kuin muutkin onnettomuuksista tai häiriöistä aiheutuvat riskityypit (henkilö- ja omaisuusriskit), koska ne useimmiten käytännössä perustuvat samoihin tapahtumiin, jolloin vain seurausten analysointi eroaa toisistaan. Analyysi voidaan tehdä myös aiempia analyysyjä täydentäväksi, jos muut riskilajit on jo aiemmin tarkasteltu tai analyysin kattavuutta halutaan laajentaa esimerkiksi vaarallisista kemikaaleista muihin aineisiin. Tarkasteltaessa erilaisia riskilajeja samassa analyysissä, tulee pitää huoli siitä, että kaikki riskilajit saavat ansaitsemansa huomion.

Ympäristöriskianalyysissä voidaan haluttaessa ottaa huomioon myös normaalin toiminnan aiheuttamat ympäristövaikutukset. Tällöin on kuitenkin huolehdittava siitä, että sekä normaalista toiminnasta että poikkeus- ja häiriötilanteista aiheutuvat ympäristövaikutukset tulevat otetuksi huomioon yhtä tarkasti. Kokemus on osoittanut, että poikkeus- ja häiriötilanteiden huomiointi usein unohtuu tai jää vajavaiseksi, jos niihin ei kiinnitetä erityistä huomiota.

4.3

Tietojen kokoaminen

Tieto on analyysin keskeinen elementti. Siksi on tärkeää määritellä ne lähteet, joista tietoa on kerätty, ja erityisesti kertoa kuka tai ketkä ovat tehneet analyysin (analyysityöryhmä). Analyysiraportin alkuun määritellään kaikki käytetyt tietolähteet. Tietolähteitä ovat mm. analyysityöryhmän jäsenet, raportit, kartat, tilastot, erilaiset selvitykset ja muut dokumentit. Myös kuvaukset toiminnasta, toiminnan ympäristöstä ja organisaatiosta ovat analyysin perustietoa. Keskeistä aineistoa ovat myös laitoksen omat häiriöpäästö- ja läheltä piti -tilannehistoriat sekä mahdolliset muut, esim. julkisista lähteistä tai toimialajärjestöistä saadut, tiedot tarkasteltavalla toimialueella muualla tapahtuneista häiriötilanteista.

Analyysin keskeinen vaihe on tietojen kokoaminen mahdollisista vahingon aiheuttajista tai vaaralähteistä. Näillä tarkoitetaan, sekä ihmisiä ja organisaatioita että kaikkea toiminnassa hyödynnettävää materiaa ja ainetta, kuin myös prosessin ulkopuolella olevia mahdollisia vaaralähteitä. Prosesseissa käytettävät raaka- ja apu-aineet listataan. Tärkeimmät koneet ja muut laitteet, kuten säiliöt ja putkistot tunnistetaan ja rajataan. Prosessissa mahdollisesti tapahtuvat reaktiot, työvaiheet ja toiminnot kirjataan. Samalla tavalla prosessin ohjausjärjestelmät ja turvajärjestelmät sekä ihmisen toimintaa erityisesti vaativat toiminnot täytyy tunnistaa. Prosessin ulkopuolisia vaaralähteitä voivat olla esimerkiksi sääolosuhteet ja muut luonnonilmiöt, eläimet, ilkvallan tekijät, muu teollisuus jne. Myöskään tarvittavia hyödykkeitä, kuten sähköä, paineilmaa, höyryä sekä käyttöön ja kunnossapitoon sekä kuljetuksiin ja siirtoihin liittyviä huomioita ei saa unohtaa.

Tärkeä valmisteleva toimenpide ennen häiriöpäästötilanteiden järjestelmällistä tunnistamista on **kemikaalikartoitus**, jossa selvitetään tutkittavassa kohteessa käytettävien kemikaalien määrät, käsittelytavat sekä vaikutus- ja käyttäytymisominaisuudet. Käyttäytymisominaisuuksilla tarkoitetaan kaikkia niitä kemikaaleille ominaisia fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat kemikaalien esiintymiseen ja reaktioihin ympäristössä. Kemikaalien haitallisista ominaisuuksista tarvitaan tietoa, jotta erilaisten häiriötapahotumien käsittely saisi oikean painoarvon riskianalyysin eri vaiheissa. Jotta tietoa pystyttäisiin käyttämään jo häiriöpäästötilanteiden tunnistamisvaiheessa tehokkaasti, kemikaalitiedot voidaan jäsennellä sopiviin ryhmiin. Suositukset kemikaalikartoituksen toteutuksesta löytyvät liitteestä 2.

Toiminnan ympäristö kuvataan tässä vaiheessa huomioiden mm. vesistöt, pohjavesialueet, asutus, sairaalat ja muu infrastruktuuri, kuten tiet, rautatiet yms. sekä mahdolliset luonnonsuojelullisesti tai kulttuurinsuojelullisesti arvokkaat kohteet. Toiminnan ympäristö on mahdollisten häiriöpäästöjen vastaanottaja sekä mahdollinen aiheuttaja, ja siten olennainen ympäristöriskien arviointiin vaikuttava tekijä.

Keskeistä tietoa ovat myös tiedot häiriöpäästöjen hallintaan liittyvästä organisaattiorakenteesta ja vastuista. Organisaation toiminnan kannalta keskeistä on kuka vastaa häiriötilanteiden ennaltaehkäisystä ja häiriöpäästötilanteiden hallinnasta niiden mahdollisesti toteutuessa.

4.4

Riskien tunnistaminen

Valmistelevien toimintojen jälkeen ryhdytään varsinaiseen riskien (häiriöpäästötilanteiden) tunnistamiseen. Tätä varten ei ole olemassa yhtä oikeaa vaihtoehtoa. Riskianalyysitekniikat yleisesti ovat sopivia työkaluja tähän tehtävään. Tärkeintä on käyttää kohteeseen ja tarpeisiin sopivaa järjestelmällistä tapaa tunnistaa häiriöpäästötilanteet. Tärkeää on myös kuvata analyysiraportissa käytetty menetelmä. Riskien tunnistamisen yhteydessä kannattaa samanaikaisesti miettiä kyseessä olevan riskin ennaltaehkäisyyn jo olemassa olevat varautumiskeinot, esim. olemassa olevat työohjeet, valvontakeinot, vuotosäiliöt yms.

Häiriöpäästötilanteiden tunnistamisessa käytetyt menetelmät tarvitsevat tuekseen tietoa kemikaaleista (ks. kemikaalikartoitus liite 2) ja vastaanottavan ympäristön ominaisuuksista (ks. liite 3). Niiden avulla voidaan tehdä päätelmiä eri päästötilanteiden seurausten suuruusluokista ja siitä, kuinka yksityiskohtaisia tunnistamismenetelmiä on syytä käyttää kohteen analysoinnissa.

4.4.1

Häiriöpäästötilanteiden tunnistaminen

Häiriöpäästötilanteet kannattaa tunnistaa aivoriihi-istunnoissa, joissa on suositeltavaa olla mukana prosessin työntekijöitä sekä ympäristöasiantuntijoita, esimerkiksi ympäristöpäällikkö. Riskienhallinnan kannalta paras tulos saavutettaneen, jos analyysin vetäjä on ulkopuolinen, mutta muu analyysityöryhmä on yrityksen omaa henkilöstöä (työntekijät). Laitoksen omat työntekijät ovat parhaita tunnistamaan mahdollisia häiriötilanteita ja niistä mahdollisesti aiheutuvia päästömahdollisuuksia. Jos kyseessä on suunnitteilla tai rakenteilla oleva laitos, kannattaa analyysityöryhmä

muodostaa samantapaisissa olemassa olevissa laitoksissa työskennelleistä ihmisistä. Tulevan uuden laitoksen tai tuotantolinjan työntekijät tulee myös ottaa mukaan ai-voroihi-istuntoihin; se on heille hyvä oppimistilaisuus.

Analyysityöryhmän kokoonpanossa kannattaa huomioda, että siinä ovat edustet-tuina muiden työntekijöiden ohella kunnossapidon ja instrumentoinnin työntekijöitä. Ympäristöasiantuntijaa tarvitaan erityisesti seurausten arviointiin, mutta ympäris-töasiantuntijalla on annettavaa myös riskien tunnistamiseen; erityisesti prosessin ympäristövaikutusten kokonaisnäkemysten, organisaation toiminnan ja laitoksen ympäristön herkkyyden näkökulmista. Johdon edustus istunnoissa osoittaa yrityk-sen sitoutuneisuutta häiriöpäästöjen hallintaan, mutta saattaa joissakin tapauksissa rajoittaa keskustelun vapautta ja tehokkuutta.

Häiriöpäästötilanteet tunnistetaan suhteessa prosessilaitteisiin, käytettäviin ke-mikaaleihin ja muihin raaka- ja apuaineisiin, hyödykkeisiin, turvajärjestelmiin, kun-nossapitoon, ohjaukseen, ihmisen ja organisaation toimintaan. Kaikki riskianalyys-in kohteeksi rajatussa prosessissa mukana olevat tai prosessin ulkopuolella olevat vaaralähteet (kemikaalit, aineet ja energia) sekä niiden kanssa vuorovaikutuksessa olevat prosessin osat tai ulkopuoliset tekijät (ihmiset, laitteet jne.) saattavat aiheuttaa häiriöpäästötilanteita. Jotta kaikki mahdollinen tulisi huomioitua, kannattaa käyt-tää apuna prosessikaavioita tai muita vastaavia kuvauksia. Ympäristöriskianalyysiä varten voidaan tehdä myös oma prosessikuvauksensa (vrt. esim. SARA-menetelmän toiminnallinen kuvaus Wessberg ym. 2000, s. 46).

Häiriöpäästötilanteiden tunnistamisen organisointiin on olemassa monenlaisia riskianalyysitekniikoita. Yksinkertaisin ja kenties yleisimmin käytetty ympäristöris-kianalyysimenetelmä on tarkistuslista, johon on kerätty poikkeus- ja häiriötilanteiden tunnistamisen ja niistä aiheutuvien riskien arvioinnin kannalta olennaisia tekijöitä. Tällaisia tarkistuslistoja ovat laatineet esimerkiksi vakuutuslaitokset. ”Pk-yrityksen riskienhallinta” -välinesarjaan kuuluva ”Ympäristöriskien hallinta” -työväline on tarkistuslistatyypinen ympäristöriskianalyysimenetelmä (<http://www.pk-rh.com>). Myös tarkistuslistatyypinen riskianalyysi olisi hyvä tehdä työryhmässä, jolloin tar-kistuslista toimii keskustelun ja ideoinnin jäsentäjänä ja herättäjänä.

”Potentiaalisten ongelmien analyysi” (POA, <http://riskianalyysit.vtt.fi/>) on hyvä riskianalyysitekniikka häiriöpäästötilanteiden tunnistamiseen. Se on ollut vesi- ja ympäristöhallinnon aloitteesta tehtyjen ympäristöriskianalyysien riskien tunnistami-ssa käytetty perusmenetelmä (Seppälä 1992). VTT:llä 1990-luvun alussa kehitetty ”Päästöriskianalyysi” pohjautuu POA-menetelmään (Isännäinen ym. 1992). Toinen VTT:llä kehitetty suositeltava riskianalyysitekniikka on ”Satunnaispäästöriskiana-lyysi SARA” (<http://riskianalyysit.vtt.fi/> ja Wessberg ym. 2000).

4.4.2

Häiriöpäästötilanteiden yksityiskohtaisempi tunnistaminen

Kohteita tai prosessin osia, jotka sisältävät suuria aine- ja/tai energiamääriä ja/ tai erittäin haitallista ainetta, kannattaa tarkastella yksityiskohtaisemmilla riskien tunnistamistekniikoilla. Tällaisia yksityiskohtaisempia riskianalyysitekniikoita ovat muun muassa poikkeamatarkastelu, vika- ja tapahtumapuuanalyysit ja toimintovir-heanalyysi.

”Poikkeamatarkastelu” (HAZOP, Hazard and Operability Study) soveltuu myös ympäristöriskien tunnistamiseen. Yksityiskohtaisena menetelmänä se soveltuu erityisen hyvin vaaralliseksi tunnetun yksittäisen prosessilaitteen tai prosessin osan analysointiin.

Vika- ja tapahtumapuuanalyysit ovat erinomaisia työkaluja tapahtumaketjujen mallintamisessa. Näitä voidaan käyttää esimerkiksi ns. domino-vaikutusten arviointiin, mikä tarkoittaa tilannetta, jossa vaarallisesta alkutapahtumasta seuraa joukko uusia vaarallisia tapahtumia. Puumenetelmät ovat myös hyviä työkaluja todennäköisyyden arvioinnin jäsentämisessä.

Toimintovirheanalyysissä keskitytään tarkastelemaan ihmisen toimintaan liittyviä virhemahdollisuuksia.

Muita tunnettuja riskianalyysimenetelmiä, joita voi soveltaa ympäristönäkökulmasta, on esitelty esimerkiksi lähteissä <http://riskianalyysit.vtt.fi/>, Hämäläinen, Mattila ja Molarius 1995, Rossi 1991 sekä Riskienhallinta kemianteollisuudessa 1991.

Lista käyttökelpoisia riskianalyysitekniikoita. Tarkempia kuvauksia, menetelmäohjeita ja lomakkeita löytyy mm. osoitteesta <http://riskianalyysit.vtt.fi/>.

Häiriöpäästötilanteiden tunnistaminen:

- Potentiaalisten ongelmien analyysi, POA
 - hiljaista aivoriihtä, avainsanoja ja keskustelevaa aivoriihtä hyödyntävä laajasti tunnettu ja helposti toteutettava perusriskianalyysitekniikka vaarojen tunnistamiseen
- PK-RH
 - vaarakarttaan ja kysymyslistoihin perustuva riskianalyysimenetelmä ja riskienhallintaan ohjaava kokonaisuus
 - pienille ja keskisuurille yrityksille riskien tunnistamiseen
 - ohjeita on vapaasti saatavilla osoitteesta <http://www.pk-rh.com/>
- Satunnaispäästöriskianalyysi, SARA (opaskirja: Wessberg N., Tiihonen, J. ja Malmén, Y. Satunnaispäästöriskien arviointi. 2000. Kauppakaari Oyj, Helsinki.)
 - toiminnallisen kuvauksen laatimiseen perustuva riskianalyysitekniikka riskien tunnistamiseen
- Kemikaalimatriisi
- Kemi-Arvi
 - kysymyslistoihin ja R-lausekkeisiin perustuva kemikaalien aiheuttamien riskien arviointi
 - ohjelma (versio 3.1) on vapaasti saatavilla osoitteesta <http://kemi-arvi.tksoft.com/>

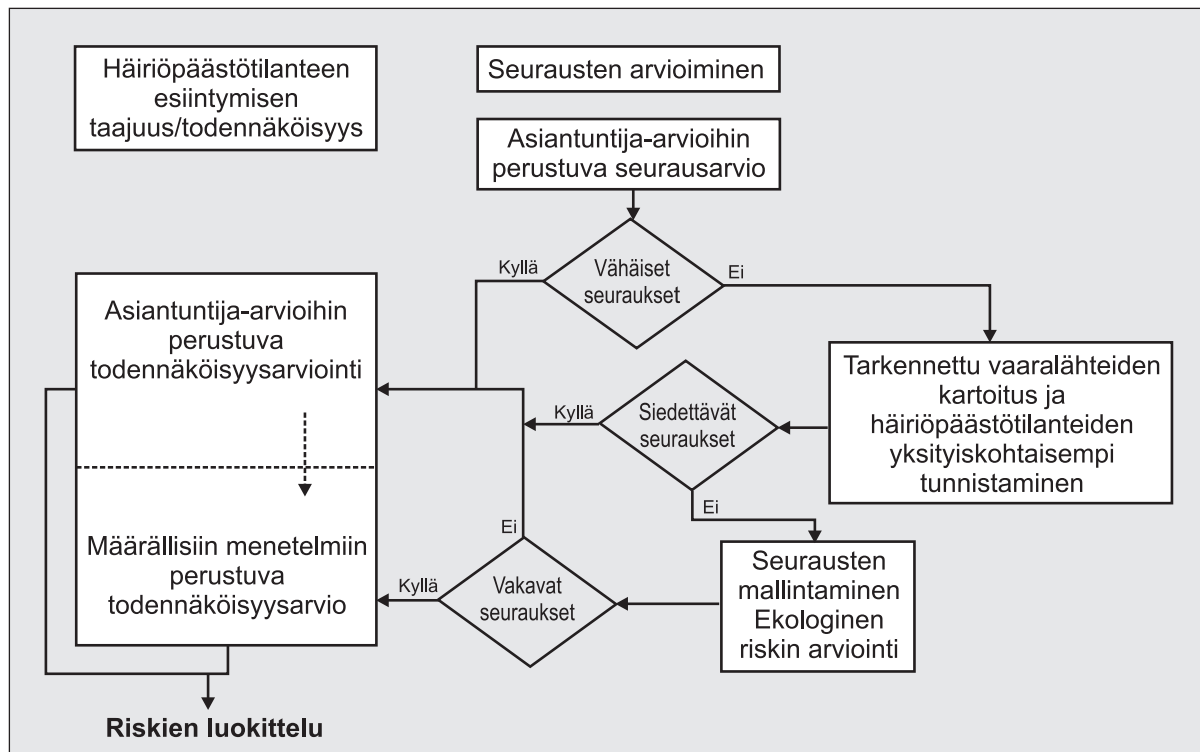
Häiriöpäästötilanteiden yksityiskohtaisempi tunnistaminen:

- Puumenetelmät, vikapuu ja tapahtumapuu
 - tapahtumaketjujen, syy-seuraus -suhteiden hahmottaminen ja kuvaamiseen perustuva menetelmä
 - tarkennettu häiriöpäästötilanteiden kartoittaminen
- Poikkeamatarkastelu, HAZOP
 - yksityiskohtainen, 1) suunnitteluvaiheen menetelmä ja 2) tarkennetun analyysin menetelmä
 - tarkennettu häiriöpäästötilanteiden analysoiminen
 - laajasti tunnettu riskianalyysitekniikka
- Toimintovirheanalyysi
 - ihmisen toimintaan liittyvien virhemahdollisuuksien tunnistamiseen keskittyvä riskianalyysitekniikka
 - tarkennettu häiriöpäästötilanteiden analysoiminen

Riskin suuruuden arvioiminen

Riskin suuruuden arvioiminen on iteratiivinen prosessi, joka on esitetty kuvassa 5. Jos seuraukset arvioidaan vähäisiksi, voidaan suuruuden määrittäminen tehdä asiantuntija-arvioihin perustuen (aivoriihi-istunnossa analyysityöryhmän toimesta, tarvittaessa lisätietoja työryhmän ulkopuolelta). Jos seurauksia ei voida arvioida vähäisiksi, on syytä tehdä tarkempi vaaralähteiden kartoittaminen ja häiriöpäästötilanteiden yksityiskohtaisempi tunnistaminen. Jos seuraukset edelleen arvioidaan siedettäviksi, turvaudutaan seurausten määrälliseen mallintamiseen ja ekologiseen riskin arviointiin (ks. kohta 4.5.3). Jos vielä tämänkin jälkeen seuraukset arvioidaan vakaviksi, on tehtävä määrällisiin menetelmiin perustuvaa todennäköisyysarviointia, jotta kyseisestä riskistä saadaan yksityiskohtaista tietoa riskienhallintatoimenpide-ehdotuksiin ja riskienhallintaan.

Riskin suuruuden arvioinnissa tunnistettujen häiriöpäästötilanteiden esiintymisen todennäköisyydet ja seuraukset arvioidaan joko asiantuntija-arvioiden tai määrällisten menetelmien avulla, minkä jälkeen arviot yhdistetään riskien luokittelun avulla (ks. taulukko 3).



Kuva 5. Riskin suuruuden arvioimisen vuokaavio.

Häiriöpäästötilanteen esiintymisen todennäköisyyden arvioiminen ja luokittelu

Tunnistetuille häiriöpäästötilanteille tehdään arvio siitä, kuinka usein tunnistettu häiriöpäästötilanne esiintyy tai millä todennäköisyydellä se voisi tapahtua. Laitoskohtaisessa ympäristöriskianalyysissä riskin taajuus- tai todennäköisyys liittyy nimenomaan häiriöpäästön joutumiseen ympäristöön, ei tapahtumasta mahdollisesti aiheutuvien seurausten esiintymisen todennäköisyyteen. Seurausten esiintymisen epävarmuuden arvioimiseksi ei ole olemassa soveltuvia menetelmiä, minkä vuoksi se otetaan annettuna; sitä ei muotoilla taajuudeksi tai todennäköisyydeksi.

Yleensä ympäristöriskianalyysissä riittää, että häiriöpäästötilanteiden esiintymisen todennäköisyys arvioidaan kokemustietoon perustuen. Tämä kokemustieto on asiantuntija-arvio todennäköisyydestä. Ympäristöriskianalyysissä häiriöpäästötilanteiden esiintymisen todennäköisyys voidaan arvioida ja pisteyttää esimerkiksi taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1.

Esimerkki todennäköisyyden luokittelusta – todennäköisyysluokat¹⁸.

TODENNÄKÖISYYS / TODENNÄKÖISYYSLUOKKA	
Useammin kuin kerran kuukaudessa ja/tai riskien hallinta koetaan heikoksi	5
Useammin kuin kerran vuodessa ja/tai riskien hallinta koetaan tyydyttäväksi	4
Useammin kuin kerran 10 vuodessa ja/tai riskien hallinta koetaan tyydyttäväksi	3
Kerran laitoksen eliniän aikana ja/tai riskien hallinta koetaan hyväksi	2
Tilanne tunnettu alalla (joskus sattunut jossain) ja/tai riskien hallinta koetaan hyväksi	1

Jos tunnistetun häiriöpäästömahdollisuuden seuraukset arvioidaan vakaviksi, on syytä tukeutua määrällisiin (kvantitatiivisiin) todennäköisyysarvioihin, esimerkiksi koneiden vikatietoihin tai määrällisiin arvioihin ihmisen virhetaajuudesta. Määrällisessä todennäköisyysarvioinnissa on hyödyllistä käyttää apuna puumenetelmäriskianalyysitekniikoita (vika- ja tapahtumapuut).

Häiriöpäästöihin liittyvä seurausten arviointi tehdään tietyssä päästötilanteessa ja tiettyjen ympäristöolosuhdetekijöiden vallitessa. Näihin valittuihin tekijöihin liittyvät todennäköisyydet määräävät vaikutusten todennäköisyyden. Jos esimerkiksi jokeen joutuvan päästötilanteen seurauslaskelmien lähtökohdaksi otetaan kerran kolmessakymmenessä vuodessa tapahtuva alivirtaamatilanne, riskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon ko. päästötapauksen ja alivirtaamatilanteen yhteistodennäköisyys.

Häiriöpäästötilanteen seurausten arvioiminen ja luokittelu

Seurausten arvioiminen lienee ympäristöriskianalyysin haastavin osuus. Aina ei tarvita monimutkaisia mallinnuksia. Seuraukset tulee kuitenkin kuvata sillä tarkkuu-

¹⁸ Riskienhallinnan tason arvioimisen huomioimisessa tukeuduttu erityisesti Neste Jacobs Oy:n käytössä oleviin luokitteluperusteisiin. Ks. myös esim. Seppälä 1992.

della, että saadaan käsitys aiheutuvasta ympäristöhaitasta. Tärkeää on myös, kuten vaarojen tunnistamisen yhteydessäkin, kuvata seurausten arvioinnin menetelmät analyysiraportissa.

Varsinainen riskien suuruuden arviointi kannattaa tehdä erillään häiriöpäästötilanteiden/riskien tunnistamisistunnosta. Häiriöpäästötilanteiden tunnistamisen yhteydessä arvioidaan:

- mitä pääsee?
- kuinka paljon voi päästä?
- mihin päästö kulkeutuu (karkeasti arvioiden, esim. viemärin kautta jätevedenpuhdistamolle tai suoraan maaperään)?
- reagoiko pääsevä yhdiste?
- mitkä ovat vaikutukset laitteistoissa (esim. jätevedenpuhdistamo)?
- mitkä ovat vaikutukset ympäristössä (karkeasti arvioiden, esim. joki värjäytyy tai pohjavesi on vaarassa)?

Varsinaisessa seurausten arvioimisen istunnossa arvioidaan tarkemmin häiriöpäästömahdollisuuden seuraukset luokittelemalla ne seurausluokkiin (taulukko 2). Seurausten arvioinnissa arvioidaan **ekologiset, terveydelliset ja yhteiskunnalliset seuraukset**. Ekologiset seuraukset voidaan edelleen jaotella esimerkiksi ilma-, vesistö- ja maaperäekosysteemeihin kohdistuviin seurauksiin. Yhteiskunnallisilla seurauksilla ymmärretään tässä yhteydessä sellaisia vaikutuksia, jotka aiheuttavat haittaa esimerkiksi viihtyisyyteen, maankäyttöön tai vedenottoon.

Häiriöpäästön, jonka seuraukset ovat ekologisia, terveydellisiä ja/tai yhteiskunnallisia, aiheuttavat helposti uutiskynnysten ylityksen. Tämä voi aiheuttaa negatiivista julkisuutta yrityksille, minkä takia yritysten on hyvä arvioida päästöihin liittyvien **imageseurausten** suuruus. Tapahtumiin voi liittyä lisäksi suuriakin taloudellisia menetyksiä. Tuotantotoiminnan häiriöiden lisäksi kustannuksia voi aiheutua omaisuusvahinkojen muodossa. Myös vahingon suuruuden arviointiin liittyvät näytteenotot, mahdolliset virkistyskäytön heikkenemisestä aiheutuvat korvaukset ja ympäristön ennallistamistoimenpiteet esimerkiksi pilaantuneiden maiden kunnostuksen seurauksena saattavat aiheuttaa merkittäviä kustannuksia yritykselle. Yrityksen siis kannattaa myös arvioida erikseen häiriötapahtumiin liittyvät **taloudelliset seuraukset**. Ympäristöriskianalyyseissä tulee mahdollisuuksien mukaan huomioida seurausketjut, esimerkiksi mahdollisesta tulipalosta aiheutuvien sammutusvesien määrä, laatu ja kulkeutuminen.

Vaikutuksia arvioitaessa tulee huomioida vastaanottavan ympäristön herkkyys sekä päästön mahdollinen ajankohta, esimerkiksi vuodenajalla voi olla suuri merkitys vaikutusten muodostumiseen ja voimakkuuteen. Yhteiskunnallisen riskin arvioinnin kannalta viihtyvyyshaittaa aiheuttava päästö vesistöön on esimerkiksi suurimmalle osalle ihmisistä harmillisempi kesäaikaan kuin talviaikaan. Tärkeä tekijä on myös päästön vaikutusten aikajänne: onko päästön vaikutus lyhyt- vai pitkäaikainen.

Koska **jätevedenpuhdistamo** (oma tai esimerkiksi kunnallinen jätevedenpuhdistamo) on usein keskeinen suojausmekanismi, on syytä kiinnittää sen toimintaan erityistä huomiota. Merkittävää ympäristöhaittaa voi aiheutua myös viemäreiden välityksellä. Tämän vuoksi liitteen 4 taulukossa 2 on annettu ohjeita puhdistamon toimintahäiriöiden ja viemäreiden kautta aiheutuvien seurausten arvioimiseksi.

Seurausten arvioinnin yhteydessä tulee huomioida ilmoituskynnys viranomaisille, tiedotusvälineille ja muille sidosryhmille sekä Seveso II direktiivin liitteen 5 ilmoituskriteerit suuronnettomuudesta ilmoittamiseksi EU:n Mars-rekisteriin (ilmoitus tehdään TUKESin kautta), mahdolliset haittakorvausvaatimukset ja vakuutuslaitosten rooli sekä mahdollisuus ympäristöririkossyytteeseen. Seurauksiltaan merkittävän ympäristövaikutuksen mahdollisuus yhdessä tahallisuus- tai tuottamusepäilyn kanssa tuo toimintaan mukaan ympäristöririkossyytteen mahdollisuuden.

Seuraavalla sivulla on esitetty ympäristöriskien seurausmatriisi (taulukko 2), jonka avulla arvioidut seuraukset luokitellaan kolmeen luokkaan lievä, suuri tai vakava seuraus. Seurausten luokittelussa on aina kyse jossakin määrin subjektiivisista valinnoista. Seurausluokka valitaan pahimman mahdollisen seurauksen mukaan. Näennäisestä täsmällisyydestä huolimatta häiriöpäästötilanteiden seuraukset saattavat tulla luokiteltua hieman eri perusteella ihmisistä riippuen, ja esimerkiksi vakava seurausluokka voi pitää sisällään hyvin erilaisia seurauksia eri paikoissa. YMPÄRI-projektin työpajoissa annettiinkin suositus, että ainakin tarkasteltavan kohteen vakavimmasta seurausmahdollisuudesta tulisi laatia yksityiskohtainen kuvaus. Tällä tavalla saataisiin tarkasteltavan kohteen vaarat paremmin vertailukelpoiseksi muiden toimintojen vaarojen kanssa, mikä parantaa muun muassa riskienhallintaan liittyvää päätöksentekoa.

Seurausten suuruuden arvioimiseen antavat apua lisäksi tämän raportin liitteet 2 - 4. Liitteessä 4 on luonnehdittu seurausmatriisia seikkaperäisemmin vesistöön menevien erilaisten päästöaineiden seurausten suuruusluokkia. Kuten taulukosta 2 nähdään, niin maaperään kohdistuvien vaikutusten luokittelussa voidaan hyödyntää maaperän haitallisten aineiden pitoisuuksille määriteltäviä ohjearvoja. Niitä ollaan parhaillaan määrittämässä kolmelle eri pitoisuustasolle (Ympäristöministeriö 2005, luonnos 9.9.2005). Tavoitearvo vastaa haitatonta pitoisuutta, josta ei aiheudu merkittävää ekologista tai terveysriskiä, alemman ohjearvon pitoisuus aiheuttaa jo herkässä maankäyttömuodossa kohtuullista riskiä ja ylemmällä ohjearvon tasolla riski olisi herkässä maankäytössä huomattava.

Taulukko 2.

Seurausmatriisi - seurausluokat.

YMPÄRISTÖRISKIEN SEURAUSMATRIISI			
SEURAUS	SEURAUSLUOKKA		
	LIEVÄ	SUURI	VAKAVA
EKOLOGINEN Ilma	Haittaa eläin- ja kasvilajeille ja niiden elinympäristöille tehdasalueella.	Haittaa eläin- ja kasvilajeille ja niiden elinympäristöille tehdasalueen ulkopuolella.	Ekosysteemivaurioita, ilmakkehä vaurioittavien päästöjen lisääntyminen.
Maaperä	Haitallinen päästö rajoittuu pienelle rajatulle alueelle, päästö ei ole kulkeutuva, pitoisuudet maaperässä ovat tavoitearvon ja alemman ohjearvon välillä ^{*)} .	Haitallinen päästö leviää enintään n. 0,5 ha teollisuusalueen ulkopuolelle, päästö on kulkeutuva ja/tai pysyvä, pitoisuudet ovat alemman ja ylemmän ohjearvon välillä ^{*)} .	Haitallisen päästön vaikutuksen laajuus > 0,5 ha, koko laajuutta yleensä vaikea arvioida, pitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon ^{*)} .
Vesistö	Haitalliset päästöt vähäisiä, seurauksena tilapäinen vedenlaadun heikkeneminen pienellä rajatulla alueella, vesistö korjaa tilanteen itsestään.	Haitalliset päästöt merkittäviä vastaanottavan vesistön herkkyyttä tai arvoa huomioonottaen, vesistössä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu, rantojen likaantuminen, pienet kalakuolemat.	Päästöt aiheuttavat pitkäkestoisien ja laaja-alaisen haitan, eliöstön toimeentulo häiriintynyt, kalakuolemat.
TERVEYDELLINEN	Aiheutuu hajua, melua, tärinää, tai terveyskeskuskäyntejä (vain tarkastuksia).	Yksi tai useampi ihminen saa välittömästi tai välillisesti vamman, johon tarvitaan hoitoa (vamman hoidettavissa). Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen ylityksiä ympäristössä.	Yksi tai useampi ihminen saa vakavan vamman, aiheutuu vaikutuksia perimään, syöpätapauksia ym. Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen pitkäaikaisia ylityksiä ympäristössä.
YHTEISKUNNALLINEN Viihtyisyys	Aiheutuu viihtyvyyshaittaa. Ympäristön virkistyskäyttö ei kuitenkaan esty. Aiheutuu ohimenevää vähäistä esteetistä haittaa.	Ympäristön virkistyskäyttö estyy hetkellisesti. Esteettinen haitta on korjattavissa.	Ympäristön kelpoisuus virkistysalueena alentuu laajoilla alueilla. Esteettinen haitta on huomattava.
Maankäyttö	Saastunut maa-alue sijaitsee teollisuusalueella. Rakennukset yms. likaantuvat, tien käyttö estyy lyhyeksi aikaa jne.	Haitallinen päästö voi levitä teollisuusalueen ulkopuolelle, esim. viher- ja ulkoilualueille.	Haitallinen päästö leviää asutusalueelle, maatalousmaalle, pohjavesialueelle tai luonnon-suojelualueelle.
Pohjavedet ja vedenotto	Päästöillä ei ole vaikutusta pohjaveden laatuun teollisuusalueen ulkopuolella, pieni riski pohjaveden pilaantumisesta on olemassa, ei vaikutusta vedenottoon (pinta- tai pohjavesistä).	Pohjavesi pilaantunut pienellä teollisuusalueen ulkopuolisella alueella, vedenotto suljettava, kunnostus mahdollinen, vedenottoon käytetty pintavesi pilaantunut.	Pohjavesialue on laajasti pilaantunut, vedenotto (pinta- tai pohjavesistä) suljettava pitkäaikaisesti, vaikeasti kunnostettavissa.
IMAGO	Ympäristössä tapahtuneista muutoksista aiheutuu valituksia ja syntyy yleistä keskustelua yhteisöissä ja/tai paikallismedioissa. Paikallinen tai aluetason viranomaisen reagoi tilanteeseen.	Aihe on esillä valtakunnan mediassa. Aluetason viranomaisen reagoi tilanteeseen.	Aihe on esillä valtakunnallisessa ja kansainvälisessä mediassa. Tuotannon jatkamisen mahdollisuudet ovat uhattuina.
TALOUS	Yrityksen itsensä määriteltävissä	Yrityksen itsensä määriteltävissä	Yrityksen itsensä määriteltävissä

^{*)}Ympäristöministeriö 2005. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista. Luonnos 9.9. Helsinki.

Seurausten mallintaminen ja ekologinen riskin arviointi

Seurausten yksityiskohtaisen arvioinnin kohteena ovat ekologiset, terveydelliset ja yhteiskunnalliset seuraukset. Seuraavassa rajoitutaan pääasiassa ekologisten seurausten arviointiin. Todettakoon, että muiden riskityyppien arviointiin imago- ja kustannusriskit mukaan lukien voidaan käyttää seuraavassa esitettäviä periaatteita soveltaen.

Seurausten arviointi analogian tai empiiristen mallien avulla tulee kysymykseen mikäli häiriöpäästöön liittyy aineita, jotka sisältyvät normaaleihin, jatkuviin päästöihin tai joista on kokemusta aikaisemmin tapahtuneiden häiriöpäästöjen seurauksena. **Analogian avulla ennustaminen** perustuu jo tapahtuneiden vahinkotapahtumien vaikutuksien ekstrapolointiin. Arvioinnissa tulee tällöin ottaa huomioon esimerkiksi erilaisista ympäristöoloista ja ainemääristä johtuvat korjaukset.

Empiirisissä malleissa lähtötietojen ja tulosten väliset yhteydet muodostetaan havaintoaineiston tilastollisten analyysien perusteella. Pintavesiympäristössä on usein olemassa mittausaineistoa, esim. velvoitetarkkailutuloksia, joita analysoimalla pystytään muodostamaan matemaattinen riippuvuus kuormituksen ja veden laadun välillä. Tällainen mittausaineisto koskee pääasiassa ns. tavallisia veden laatumuuttujia (esim. BOD, ravinteet), joita on perinteisesti seurattu kuormitus- ja vesistötarkkailussa. Vaikka aineisto koskee poikkeuksellisesti jatkuvia päästöjä, voidaan muodostetun riippuvuussuhteen avulla tehdä karkeita arvioita häiriöpäästöjen vaikutuksista veden laatuun, kun häiriöpäästöjen aineet vastaavat jatkuvissa päästöissä olevia aineita.

Toksisten, akuutteja haittavaikutuksia aiheuttavien aineiden osalta tarvittavaa aineistoa empiiristen mallien muodostamiseen on harvoin käytössä. Tämän takia haitallisten aineiden vaikutusarvioinnissa joudutaan usein turvautumaan vertailualueiden ja -tapausten aineistoon, jolloin päästään hyvin karkeisiin arvioihin. Tällöin menetelmä vaatii lisäksi arvion laatijalta ympäristösystemin toiminnan monipuolista tuntemusta ja erilaisten päättelysääntöjen käyttöä. Vertailuaineistojen avulla voidaan saada yleistä tietoa aineiden käyttäytymis- ja vaikutusominaisuuksista, mitä voidaan hyödyntää muiden menetelmien tai johtopäätösten yhteydessä.

Usein häiriöpäästöjen seurausten arvioinnissa joudutaan turvautumaan **ennustavien matemaattisten mallien** käyttöön. Lähtökohtana on matemaattinen malli, jolla ennustetaan pitoisuusjakaumat määrätyissä ympäristöoloissa. Pitoisuusjakaumien tulokset liitetään vaikutustietämykseen, joka on useimmiten peräisin laboratoriotesteistä. Varsinaista altistuslaskentaa¹⁹ ei ekologisista riskinarvioinnissa siis yleensä tehdä, vaan vaikutukset arvioidaan suoraan pitoisuuksien avulla. Ekologisissa riskin arvioinneissa tarkastelukohteena ovat käytännössä yksittäiset testieliöt, eivätkä varsinaiset ekosysteemit. Esimerkiksi toksisia vaikutuksia aiheuttavien päästöjen yhteydessä lasketut pitoisuudet jaetaan laboratoriotesteissä määrätyillä haitattomilla pitoisuuksilla (ks. liite 2). Jakolaskun tulos kuvaa riskin suuruutta. Jos osamäärä on alle yksi, ei riskiä ole. Tällaisen johtopäätöksen tukena täytyy kuitenkin olla ns. varmuuskertoimet, jolla pienennetään yksittäisten testieliöiden tulosten aiheuttama epävarmuutta johtopäätöksissä. Varmuuskertoimella jaetaan haitaton pitoisuus.

¹⁹ Altituksella tarkoitetaan laajasti ottaen mihin tahansa biologiseen järjestelmään tulevan aineen tai fysikaalisen tekijän määrää aikayksikössä.

Mitä vähemmän testejä, sitä suuremmat varmuuskertoimet. EU:n kemikaaliriskin-arviointimallissa, EUSESissa, tällaisten varmuuskertoimien määrittäminen tapahtuu automaattisesti sen perusteella kuinka paljon on olemassa testituloksia. Jos EUSES mallia ei ole käytettävissä, lähtökohtana on se, että käytetään pienimpiä haitattomia pitoisuusarvoja, jotka testeistä löytyy.

Häiriöpäästöjen seurausten arvioinnissa voidaan käyttää hyvin erilaisia ennustavia matemaattisia malleja. Esimerkiksi pohjavesiympäristössä ennustavana laskentamenetelmä voi olla yksinkertaisimmillaan laimenemislaskelma. Monimutkaisimmillaan se on differentiaaliyhtälöön perustuva matemaattinen malli, joka pyrkii ottamaan huomioon lopputuloksen kannalta kaikki keskeisimmät luonnonilmiöt ja jonka ratkaisu perustuu numeeriseen menetelmään. Parhaimmillaan laskennallisten menetelmien tuloksena saadaan halutussa paikassa tarkasteltavan aineen pitoisuus kunakin ajanhetkenä.

Kemikaalin pitoisuusjakauma ympäristössä on riippuvainen kemikaalin päästöistä sekä kulkeutumisesta ja muuntumisesta. Näiden perusteella määrytyvät kemikaalin ainevirrat ja -taseet ympäristössä. Kemikaalin kulkeutumisprosesseja ovat kulkeutuminen veden (tai ilman) virtausten mukana (advektio) ja sekoittuminen veteen (tai ilmaan) sekä ns. siirtymisprosessit eri ympäristöelementistä toiseen (esim. haihtuminen, sedimentoituminen, liukeneminen ja saostuminen). Muuntumisprosesseja ovat mm. hydrolyysi, fotolyyysi, biologinen hajoaminen ja kemiallinen hapettuminen (ks. liite 2).

Ympäristöolosuhteet muovaavat kemikaalien kulkeutumisen ja muuntumisen. Esimerkiksi maaperäpuolella päästön leviämiseen vaikuttavat maaperän hydrogeologiset olosuhteet: 1) pintakerrosten humuspitoisuus, 2) maakerrosten vedenläpäisevyys, 3) maalajien vaihtelu ja kerrosrakenne ja 4) hydraulinen yhteys maakerroksista rikkoaiseen kallioperiin sekä lisäksi esim. pH-olosuhteet, sähkönjohtavuus, pohjaveden virtausolosuhteet. Myös vesistöjen erilaiset kerrostuneisuus- ja virtausolosuhteet vaikuttavat häiriöpäästön seurauksien lopputulokseen (ks. liite 3).

Tarkka kulkeutumis- ja muuntumisprosessien kuvaaminen matemaattisilla malleilla edellyttää syöttötietoina yksityiskohtaista tietoa ympäristöolosuhteista ja parametriarvoista. Mallien yhtälöihin tarvittavia parametrien²⁰ arvoja saadaan muun muassa kirjallisuudesta, laboratoriokokeista ja laskennallisesti. Esimerkiksi orgaanisten aineiden sorptio-ominaisuuksia voidaan arvioida esim. vesioktanoliluvun tai vesiliukoisuusarvon avulla. Käytännössä parametriarvoissa on melkoista vaihtelua, minkä takia luotettavat, paikkakohtaiset pitoisuusennusteet edellyttävät parametriarvojen estimointia kokeellisten aineistojen eli maastohavaintojen avulla. Riskin arvioinnissa mittaustulosten ja mallin avulla laskettujen tuloksien vertaaminen toisiinsa on kuitenkin harvinaista, sillä arvioinnissa tarkastellaan usein harvinaisia tai ainutkertaisia tapahtumia, joista ei ole olemassa tarvittavaa mittaustulostietoa. Jos mallin tulosten empiirinen testaus ei ole mahdollista, korostuu epävarmuus- ja herkkyysanalyysien tarve mallitulosten käsittelyssä.

Pitoisuusjakauman alustavaan arviointiin analyttiset mallit (ns. "screening procedures") ovat suositeltavia, koska ne ovat helppokäyttöisiä eivätkä vaadi paljon lähtötietoja (ks. esim. Mills ym. 1985). Haittapuolena on se, että niissä joudutaan yksinkertaistamaan olosuhdetekijöitä ja aineiden käyttäytymisominaisuuksia, mikä

²⁰ Parametri on mallin yhtälö(i)ssä esiintyvä kerroin, eksponentti tai vakiotermi.

voi joskus vääristää tuloksia huomattavastikin. Laskettujen pitoisuuksien käytettävyyden kannalta on tärkeätä, että lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden suhteen käytetään tarpeeksi suuria varmuuskertoimia.

Yksinkertaisin, suositeltava lähestymistapa seurauksien arviointiin on se, että ensimmäisessä laskelmassa tarkasteltava aine oletetaan konservatiiviseksi ts. se ei reagoi fysikaalis-kemiallisesti eikä biologisesti ympäristössä. Tällöin lähtökohtana voi olla yksinkertainen laimenemislaskelma, joka esimerkiksi vesistöön purkautuvan häiriöpäästön yhteydessä on seuraava:

$$C_A = \frac{C_{hp} \cdot Q_{hp} + C_v \cdot Q_v}{Q_{hp} + Q_v}$$

missä C_A on tarkasteltavan aineen pitoisuus tarkastelupisteessä A, C_{hp} aineen pitoisuus häiriöpäästössä, Q_{hp} häiriöpäästön virtaama, C_v aineen pitoisuus päästön purkupaikan yläpuolisessa vesistössä ja Q_v vesistön virtaama. Laskelman tuloksena saadaan suurin mahdollinen pitoisuus halutussa tarkastelupisteessä. Mikäli laskettu pitoisuus ylittää ko. aineelle asetetun raja-arvon, suoritetaan uusintalaskelma. Uusintalaskelmassa otetaan mahdollisuuksien mukaan huomioon kyseiselle aineelle tyypillisiä reaktioita (esim. absorptio, hajoaminen) ja pyritään tarkentamaan vesistön olosuhdetietoja. Tarkkoja arvoja ei kuitenkaan koskaan pystytä laskemaan.

Laskelmien tarkastelupisteen ja arviointikohteen (tai reseptorin) valinta häiriöpäästön purkuympäristössä on olennainen asia seurausten arvioinnissa. Tarkastelupiste tai -pisteet sekä arviointikohde tulee valita siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin seurausten laajuutta ja vakavuutta. Esimerkiksi orgaanisen aineen vesipäästön yhteydessä on luontevaa, että arviointikohteeksi valitaan kala. Tarkastelupisteeksi valitaan se kohta vesistössä, jossa happipitoisuuden aleneminen päästön seurauksena on suurimmillaan. Toisaalta ongelman laajuuden kartoittamiseksi on tarvetta käyttää useita tarkastelupisteitä.

Arviointikohteen ja tarkastelupisteiden valinnassa on myös huomioitava ympäristön arvo. Ympäristöissä, joissa tiedetään olevan erityisiä luontoarvoja tai esiintyvän suojeltavia lajeja, häiriöpäästön aiheuttama haitta koetaan suuremmaksi. Maaperäpäästön haitallisuutta arvioitaessa tärkeinä kriteereinä pidetään muun muassa lähialueiden maiden käyttötarkoitusta ja mahdollisen pohjaveden pilaantumisen laajuutta ja vaikutusta alueen vedenhankintaan. Ympäristön arvolla on merkitystä erityisesti kun seurausten suuruutta pyritään luokittelemaan (ks. seuraava luku).

Häiriöpäästöjen yhteydessä laimeneminen on tärkeä fysikaalinen prosessi, jolla on usein ratkaiseva merkitys seurausten laajuuden ja vakavuuden kannalta. Muun muassa piipusta ilmaan joutuvat häiriöpäästöt tapahtuvat usein korkealla ja laimenevat nopeasti, minkä takia pitoisuudet saattavat saavuttaa haitattoman tason hyvinkin nopeasti eikä vahinkoa pääse tapahtumaan lähiympäristössä. Laimenemiskertomien arviointi laskelmien tarkastelupisteessä onkin erittäin tärkeä vaihe seurausten arvioinneissa. Tähän voidaan käyttää ympäristössä tehtyjen tarkkailujen tuloksia. Esimerkiksi puunjalostusteollisuuden alapuolisilta vesistöalueista on tavallisesti kerätty havaintoja natriumin vesipitoisuuksista eri puolilta ja syvyyksiltä vesialuetta. Natrium ei käytännössä reagoi fysikaalis-kemiallisesti eikä biologisesti vedessä. Kun tiedetään mikä on jäteveden keskimääräinen natriumpitoisuus ja virtaama sekä puhtaan veden natriumpitoisuus, voidaan laskea vesistöalueen eri kohdille laimenemis-

kertoimet. Tämä laimenemiskerroin paljastaa siis sen kuinka paljon puhdasta vettä on kussakin vesistöalueen kohdassa. Tämän tiedon perusteella voidaan arvioida satunnaispäästöjen haitallisten aineiden enimmäismäärä kussakin vesialueen pisteessä. Lähtökohtana on siis oletus, että aine ei reagoi kemiallisesti (mikä ei ole varmastikaan totta). Jos tällainen ”pahin mahdollinen” laskelma ei osoita vaaraa ympäristössä, päästötapahtuman seuraukset voidaan luokitella mitättömäksi.

Laimenemislaskelmissa tulee ottaa huomioon, että vesistöjen ja jokien alivirtaamatilanteiden lisäksi veteen joutuvien häiriöpäästöjen laimenemista vähentävät vesistöjen kerrostuneisuus, joka estää pinta- ja alusveden sekoittumisen keskenään. Esimerkiksi kesällä lämpimässä jätevedessä pintaveteen joutunut haitallinen aine sekoittuu vain pintaveden kanssa, jolloin laimennussuhde jää selvästi pienemmäksi kuin kerrostumattomassa tilanteessa. Rannikkoalueella jokiveden sekoittumista meriveteen hidastaa lämpötilaerojen lisäksi vesien sulapitoisuuserot. Arvioinneissa tulee ottaakin huomioon vastaanottavan vesistön ja häiriöpäästön väliset tiheyserot. Vettä raskaammat häiriöpäästöt (esim. raskas öljy) sukeltavat vesistöjen pohjaan sekoittumatta ympäröivään veteen. Toisaalta vettä kevyemmät jäävät omana faasinaan veden pinnalle. Tiheyserot vaikuttavat samalla tavalla päästöaineen sekoittumiseen myös pohjavedessä.

Suomessa suurten pistelähteiden jatkuvien päästöjen vaikutuksia on tutkittu yleisesti matemaattisten mallien avulla. Esimerkiksi suurimmalle osalle Suomen puunjalostusteollisuutta on laadittu veden laatu- ja virtausmallit vesistövaikutusten arvioimiseksi. Sama koskee teollisuuslaitosten kaasumaisten yhdisteiden (tyypen oksidit, rikkidioksidi ja haisevat rikkiyhdisteet) ilmapäästöjä, joiden vaikutuksia on yleensä arvioitu kaupunkimittakaavan ilmanlaatumallien avulla. Nämä mallit mahdollistavat myös häiriöpäästöjen arvioinnin. Teollisuuslaitosten vaikutuksia kuvaavien mallien hyvänä puolena on se, että niiden laadinnassa on otettu huomioon jo paikalliset olosuhteet, minkä takia niiden kuvauskyky saattaa olla hyvinkin korkea. Esimerkiksi ilmapäästöjen vaikutukset koulujen, sairaaloiden ja päiväkotien alueilla saadaan arvioitua. Haittapuolena on se, että usein näiden mallien käyttäminen vaatii erikoisosaamista, mikä on vain ostettavissa mallin laatijataholta.

Ilmaan joutuvien häiriöpäästöjen vaikutukset ihmisen terveyteen ovat pahimmillaan talvisissa inversiotilanteissa, jolloin ilmakehän poikkeuksellinen lämpötilarakenne estää ilman normaalin sekoittumisen ja samalla päästöjen laimenemisen. Kaupunkimittakaavan ilmanlaatumallien, kuten Ilmatieteenlaitoksen UDM-FMI:n avulla voidaan laskea tällaisessa tilanteessa kaasumaisten häiriöpäästöjen vaikutukset ympäristössä, jolloin saadaan ns. pahin tilanne (vrt. alivirtaamatilanne vesistöpäästöjen seurausten arvioinnissa). Todettakoon, että myrkyllisten tai syttyvien aineiden jatkuvien tai nopeasti tapahtuvien hetkellisten ilmapäästöjen vaikutusten arviointiin on kehitetty omia malleja (esim. Ilmatieteenlaitoksen ESCAPE-malli, ks. www.ilmatieteenlaitos.fi), joita on tyypillisesti käytetty suuronnettomuusvaaratilanteiden selvityksissä.

Silloin kun päästö koostuu useasta eri kemikaalista, voidaan päästötapahtuman seurausten arvioinnissa käyttää indikaattoriaineena esimerkiksi yhtä päästön ainetta. Tämä indikaattoriaine on syytä valita pahimman mahdollisimman vaikutuksen kriteerillä. Muiden päästöaineiden vaikutuksia voidaan arvioida välillisesti indikaattoriaineen pitoisuusjakaumalaskelmien tulosten avulla ottaen huomioon aineiden mahdolliset erilaiset käyttäytymisominaisuudet. Kemikaalin muuntumisprosessien

(esim. hajoaminen) seurauksena saattaa syntyä muita haitallisia kemikaaleja. Tällöin on tarpeen arvioida myös muuntumistuotteiden pitoisuuksia.

Mallien luotettavuus riippuu paitsi niiden rakenteesta myös niihin käytettävistä lähtötiedoista. Laskennallisten menetelmien soveltaminen vaikutusten arvioinnissa ei ole useinkaan suoraviivaista kaavaan sijoittamista, vaan eri tekijöitä joudutaan arvioimaan osittain myös arvion laatijan subjektiivista asiantuntemusta käyttäen. Mallien luotettavan käytön edellytyksenä on siis lisäksi se, että mallien käyttäjä ymmärtää malliin sisältyvät ilmiöt ja niiden vuorovaikutussuhteet sekä "tietää" mallinnettavat luonnonilmiöt, jotka vaikuttavat pitoisuusjakauman muodostamiseen.

Vaikka tarkkoja arvoja ei pystytä koskaan laskemaan, ei tämä ole esteenä mallien käytölle riskien arvioinnissa. Laskelmille ei tarvitse aina asettaa suuria tarkkuusvaatimuksia. Riskien arvioinnissa, varsinkin alkuvaiheessa, laskentatulosten tarkoituksena voi olla nimenomaan rajata, korostaa ja kärjistää vahingon suuruutta, jotta mahdolliset arvioinnin edellyttämät jatkotoimenpiteet tulee tarkoituksenmukaisesti valittua.

EUSES-mallin soveltamisesta kemikaalien häiriöpäästöjen seurausten vaikutusten mallintamiseen on laadittu YMPÄRI-hankkeessa erillinen raportti (Koskela ym. 2006). Seurausten suuruuden arvioimiseen antavat apua lisäksi liitteet 2 - 4, joissa on pohdittu riskien luokitteluun liittyviä näkökohtia.

Häiriöpäästön ympäristöriskien arviointi EUSES-mallilla

EUSES-tietokoneohjelmä - The European Union System for the Evaluation of Substances- on kehitetty Euroopan Komission riskinarviointimenetelmän (Technical Guidance Document, TGD) pohjalta. Malli on vapaasti saatavilla taustadokumenteineen Euroopan kemikaalitoimiston internet-sivuilta (<http://ecb.jrc.it>).

Rakenteeltaan EUSES (uusin versio 2.0.3) on kemikaalien kulkeutumis- ja altistusmalli, jolla voidaan arvioida sekä uusien että olemassa olevien kemikaalien ja torjunta-aineiden aiheuttamaa riskiä ympäristölle ja ihmisille. Ohjelma mallintaa kemikaalien potentiaalista riskiä standardiympäristössä ja soveltuu erikoisen hyvin aineiden seulontaan (screening). EUSES-mallia ei ole erityisesti suunniteltu tiettyyn paikkaan sidottuihin (site-specific) arviointeihin, mutta muuttamalla parametrejä kyseessä olevaa tilannetta vastaavaksi voidaan tilannetta arvioida todellisten tietojen pohjalta.

EUSES-malli laskee annettujen syöttötietojen perusteella päästökemikaalin pitoisuusjakauman eri ympäristöosissa (PEC, Predicted environmental concentration). Näistä pitoisuusjakaumista voidaan edelleen johtaa eri ympäristöosissa olevien eliöiden altistusmäärät. Tämän lisäksi malli arvioi syötettyjen toksisuustestitulosten ja arviointikertoimien perusteella kemikaalin haitattomat pitoisuudet ympäristöosissa (PNEC, Predicted No-Effect Concentration), jolloin haitallisia vaikutuksia ei siis oleteta esiintyvän. Näiden kummankin arviointireitin tuloksia käytetään laskettaessa eri ympäristöosille suhdeluku ($RCR = \text{Risk Characterisation Ratio} = \text{PEC}/\text{PNEC}$), joka kuvaa riskin suuruutta. Jos lukuarvo on yksi, kemikaalin voidaan olettaa aiheuttavan haittaa ympäristössä. Kemikaalipäästöön liittyy sitä suurempi haittapotentiaali mitä suurempi lukuarvo on.

Tietokonepohjaisen ohjelman käyttö on helppoa, ja tulos selkeästi esitetty. Tulokseen johtavat syyt eivät kuitenkaan selviä kovin helposti monien tekijöiden vaikuttaessa niihin. Häiriöpäästön näkökulmasta katsottuna ohjelman haittapuolena on se, että se soveltuu vain toksisten kemikaalien arviointiin, sillä riski lasketaan toksisuustestien tulosten perusteella. Se ei pysty arvioimaan esim. rehevöittävien tai happamoittavien päästöjen vaikutuksia.

EUSES mallin tulosten oikeellisuus on luonnollisesti suuresti riippuvainen syöttötietojen laadusta, kattavuudesta ja realistisuudesta. Häiriöpäästöjen välittömien vaikutusten arvioinnin luotettavuuteen vaikuttavat mm. fysikaalis-kemiallisten perustietojen oikeellisuus sekä akuuttien eliövaikutustestien kattavuus ja laatu. Fysikaalis-kemiallisten ominaisuustietojen perusteella tehdään laskelmat aineen jakaantumisesta ympäristön eri osa-alueiden välillä. Erityisesti silloin kun päästö tapahtuu puhdistamon kautta, saadaan arvio sille mikä osuus aineesta haihtuu prosessissa, adsorboituu lietteeseen ja mikä pitoisuus menee puhdistamon jälkeiseen vesistöön.

Yksinkertaisimmillaan häiriöpäästö ohittaa jätevedenpuhdistamon. Tällöin EUSES ei tuo suurtakaan etua paikallisten PEC-arvojen laskentaan verrattuna manuaaliseen laskentaan. Hiemankin monimutkaisemmassa tapauksessa, jossa päästö tapahtuu puhdistamon kautta, aineen jakaantuminen puhdistamolla on mahdollista laskea kätevästi EUSESin sisältämän SimpleTreat-mallin avulla. Jos lisäksi ollaan kiinnostuneita päästön vaikutuksista taustapitoisuuksiin laajemmilla alueilla ja myös mahdollisiin pitoisuuksiin eliöstössä, on EUSES ehkä helppokäyttöisin työkalu näiden asioiden selvittämiseen. Pienehkönkin päästön vaikutus voi olla merkittävä alueellisestikin, erityisesti jos kyseessä on hyvin hitaasti hajoava, biologisesti kertyvä ja myrkyllinen aine.

4.6

Riskin merkityksen arvioiminen

Sekä riskien hyväksyttävyyden arvioinnin että yrityksen vastuiden arvioinnin kannalta on tärkeää kuvata, miten riskit on arvioitu ja luokiteltu. Riskien arviointi ja luokittelu antavat tietoa riskien hallintatoimenpiteiden suunnitteluun. Kaikkia riskejä ei voida pienentää yhtäaikaaisesti, vaan ne on asetettava tärkeysjärjestykseen. Luokitellut riskit määrittävät riskienhallinnan parannusehdotusten toteutuskiireen ja -järjestyksen.

Riskien merkityksen arvioiminen ja luokittelu riskien hallintatoimenpiteiden kiireellisyyttä kuvaaviin riskiluokkiin voidaan tehdä taajuuden/todennäköisyyden ja seurausten perusteella arvottamismatriisiin (taulukko 3) mukaisesti.

Taulukko 3.

Esimerkki ympäristöriskien arvottamismatriisista – riskin merkityksen arviointi ja riskiluokittelu. Tässä esitetyt riskiluokat ovat suuntaa antavia. Riskiluokat voidaan määrittää tapauskohtaisesti.

TODENNÄKÖISYYS		RISKILUOKKA		
Useammin kuin kerran kuu- kaudessa ja/tai riskien hallinta koetaan heikoksi	5	II	I	I
Useammin kuin kerran vuodessa ja/tai riskien hallinta koetaan melko tyydyttäväksi	4	II	I	I
Useammin kuin kerran 10 vuodessa ja/tai riskien hallinta koetaan tyydyttäväksi	3	III	II	I
Kerran laitoksen eliniän aikana ja/tai riskien hallinta koetaan hyväksi	2	IV	III	II
Tilanne tunnettu alalla (joskus sattunut jossain) ja/tai riskien hallinta koetaan erinomaiseksi	I	IV	IV	IV
		I	2	3
SEURAUUS		LIEVÄ	SUURI	VAKAVA
Riskiluokka I		Riskit tulee poistaa välittömästi.		
Riskiluokka II		Riskit tulee saada hallintaan lähikuukausien aikana.		
Riskiluokka III		Riskit tulee saada hallintaan vuoden-kahden aikaviiveellä.		
Riskiluokka IV		Riskit tulee saada hallintaan, kun sopiva tilaisuus ilmenee.		

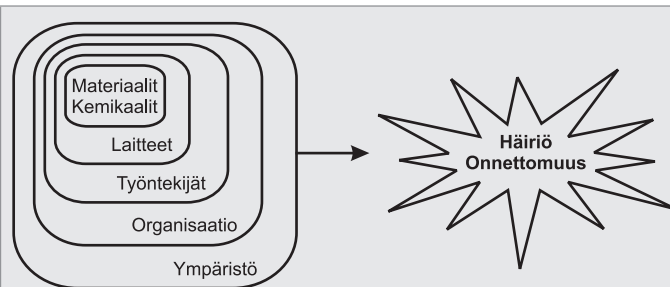
Riskien hallinta

Riskejä hallitaan pääsääntöisesti ennaltaehkäisemällä vaarallisia tilanteita, esimerkiksi rakentamalla ja huoltamalla kemikaalisäiliöitä siten, että niistä ei pääse vuotoja tai asentamalla säiliöihin ylitäytön estimiä. Toissijaista riskienhallintaa on toteutuneista vaarallisista tilanteista aiheutuvien seurausten rajoittaminen, esimerkiksi rakentamalla kemikaalisäiliöiden ympärille varoaltaita mahdollisten vuotojen varalle tai varautumalla keräämään mahdollisia vuotoja esimerkiksi imeytysaineilla. Kolmannen vaiheen riskienhallintaa on toteutuneiden vahinkojen ja haittojen hoitaminen, esimerkiksi neutraloimalla happopäästöjä emäksellä tai puhdistamalla öljyyn tahriutuneita rantoja.

Riskienhallinta ei kuitenkaan ole ainoastaan teknisiä varotoimenpiteitä. Hyvin tärkeää on ihmisen turvallinen toiminta ja koko yritysorganisaation toiminta; koko organisaation tulee olla turvallisuushakuinen! Onnettomuudet ovat organisaation tarjoamien puitteiden ja ihmisen toiminnan heikkouksien tulosta. Turvallisuustekniset toimenpiteet ja laitteet ovat vain suojakuori, joka voi pettää. Jos onnettomuudet halutaan ehkäistä, tulee koko organisaation olla turvallisuuden ”läpitunkema”.

Kuvassa 6 on esitetty onnettomuuksien syntyyn vaikuttavia tekijöitä organisaatiossa. Riskienhallinnan on ulotuttava jokaiseen tasoon. Organisaation toiminnan tasolla riskienhallinnan kohteita esiintyy esimerkiksi johtamisjärjestelmissä, tavoitteiden asettamisessa ja käytännön johtamistoimissa, kuten turvallisuusinvestoinneissa, henkilöstön koulutuksessa, tiedonkulussa.

Suuria ympäristöonnettomuuksia tapahtuu onneksi enää harvoin. Sen sijaan pienet poikkeus- ja häiriötilanteet ovat verrattain yleisiä. Pienentämällä virheiden mahdollisuutta, vähennetään myös vaaratilanteiden ja onnettomuuksien esiintymistodennäköisyyttä. Siksi riskienhallintatoimenpiteet pitäisi kohdistaa ennen kaikkea häiriöiden ja virheiden hallintaan sekä vaaroista ja läheltä piti –tilanteista oppimiseen.



Kuva 6. Häiriön ja onnettomuuden syntyyn vaikuttavia tekijöitä teollisuuslaitoksessa (Reason 1991, Vicente 1999)

Turvallisen toiminnan edellytykset riippuvat esimerkiksi laitteiden kunnossapidosta, henkilöstön kokemuksesta, ymmärryksestä, tiedoista ja ajankäytöstä. Yksittäiset virheet syntyvät toimien tasolla. Niihin voi johtaa esimerkiksi unohdus tai väsymys ja muut inhimilliset seikat.

Riskianalyysit ja niissä esiin nousevat toimenpide-ehdotukset kannattaa yhdistää yrityksessä käytössä olevaan johtamisjärjestelmään, esimerkiksi laatu- ja/tai ympäristöjärjestelmään. Näin varmistetaan toimenpiteiden toteutuminen ja saadaan koko henkilöstön sitoutuminen valjastettua poikkeus- ja häiriötilanteista aiheutuvien ympäristöriskien hallintaan.

Tarkkailujen hyödyntäminen riskien hallinnassa

Teollisuuslaitoksen käyttötarkkailua voidaan hyödyntää sekä häiriötilanteiden havaitsemiseen että niiden hallintaan. Käyttötarkkailulla tarkoitetaan toiminnanharjoittajan tekemää prosessien tarkkailua, jonka avulla pyritään varmistamaan prosessien häiriötön käynti. Käyttötarkkailun järjestämiseksi toiminnanharjoittaja esittää suunnitelman, joka hyväksytään joko ympäristölupamenettelyssä tai tarkkailusuunnitelman hyväksymisen yhteydessä.

Käyttötarkkailua voidaan hyödyntää päästöjen seurannassa erityisesti sellaisessa prosessiteollisuudessa, jossa päästöt määräytyvät laitoksen ajotilanteen mukaan tai häiriöpäästöt voivat olla merkittävä osa kokonaispäästöistä. Käyttötarkkailun avulla saadaan tietoa päästöjen muodostumiseen vaikuttavista tekijöistä ja sen avulla voidaan ennakoida poikkeuksellisia tilanteita ja minimoida häiriöpäästöjä. Käyttötarkkailua voidaan myös käyttää muutoin vaikeasti määritettävien päästöjen tai poikkeuksellisten suurien päästötilanteiden arviointiin. Häiriöistä johtuvien päästöjen arviointi on usein mahdollista myös ainetaseen ja teknisen laskelman tai aiemmista poikkeuksellisten päästöjen mittauksista saadun tiedon avulla.

Kemikaaleista aiheutuvien päästöjen arvioinnin kannalta keskeisin osa käyttötarkkailua on kemikaalien käyttömäärien ja –tapojen seuranta. Tietoa käytettävistä kemikaaleista tarvitaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavien aineiden tunnistamista varten.

Vesistöön johdettavan jäteveden määrään ja laatuun vaikuttavia tekijöitä koskevan käyttötarkkailun kohteita ovat: puhdistamon käyttötapa ja sen muutokset, puhdistusprosessien kuormitusarvot ja niiden vaihtelut, puhdistusprosessien tila ja toiminta, mittaus-, säätö-, ilmastus, annostus- ym. laitteiden toiminta, prosessihäiriöt ja muut poikkeustilanteet sekä niiden edellyttämät toimenpiteet, virtaamat ja ohijuoksutukset puhdistamolla.

Ilmapäästöihin liittyvä käyttötarkkailu voi kohdistua esimerkiksi polttoaineen kulutukseen ja laatuun, liuottimien käyttöön, kattiloiden käyttöaikoihin, puhdistus- ja mittalaitteiden aikakäytettyvyyteen sekä savukaasujen jäännöshappi- ja hiilimonoksidipitoisuuksiin. Esimerkiksi hiilidioksid- ja VOC-päästöjä voidaan laskea käyttötarkkailun tietojen perusteella.

Häiriötilanteissa joudutaan päästötarkkailun tiheyttä ja joissakin tapauksissa myös tarkkailtavia muuttujia lisäämään häiriön voimakkuuden, vaihtelevuuden ja vaikutusten mukaan. Tarkkailuohjelmassa tulisi olla suunnitelma häiriötilanteiden päästötarkkailun järjestämiseksi. Mikäli häiriötilanne aiheuttaa merkittävän kuormituslisäyksen tai päästöarvojen ylityksen joudutaan myös vaikutustarkkailua ympäristössä lisäämään ottaen huomioon vaikutuksen intensiteetti, laajuus ja kesto. Häiriön aiheuttamien vaikutusten tarkkailusta sovitaan tapauskohtaisesti valvontaviranomaisen kanssa. Ennakoitavissa olevia häiriötilanteita varten tulisi olla etukäteen laadittu vaikutustarkkailusuunnitelma.

Tulokset ja toimenpide-ehdotukset

Analyysin tuloksissa esitetään yhteenveto tunnistetuista ja arvioituista ympäristöriskeistä. Pahimmaksi tai pahimmiksi arvioidut riskit kuvataan raportissa tarkemmin. On huomioitava, että myös pienemmät häiriötilanteet voivat olla ympäristövaikutuksiltaan merkittäviä. Erityisesti usein toistuvat pienemmät häiriötilanteet saattavat aiheuttaa yhdessä kokonaisvaikutuksiltaan merkittäviä vaikutuksia. Esimerkiksi tällainen usein toistuvien pienten häiriöpäästöjen kokonaisuus saattaa muodostua jopa pahimmaksi mahdolliseksi ympäristöriskiksi.

Pienten häiriötilanteiden kokonaismerkityksen selville saamiseksi yrityksessä on hyvä pitää kirjanpitoa häiriötilanteista ja niistä aiheutuneista päästöistä huomioiden myös ns. läheltä piti -tilanteet. Tämä kirjanpito huomioidaan ympäristöriskianalyyssissä ja sen tuloksissa.

Pahimman/pahimpien riskien kuvausten lisäksi keskeisiä ympäristöriskianalyysin tuloksia ovat analyysissä tai sen perusteella esitetyt toimenpide-ehdotukset. Myös se riski, joka edelleen jää jäljelle kaikkien riskienhallintatoimenpiteidenkin jälkeen (jäännösriski), tulee kuvata raportissa. Lisäksi on suositeltavaa esittää raportissa kartta vaaralähteistä, esim. säiliöt, sekä arvio organisaation toimivuudesta häiriöpäästöjen hallinnan kannalta.

Yhteenveto analyysin tuloksista on erityisen keskeinen viranomaisen kannalta. Yhteenvedossa arvioidaan ympäristöriskianalyysin tuottaman tiedon merkitys. Erityisesti tulisi esittää miten analyysin tuloksena esiin nostettujen häiriöpäästömahdollisuuksien riskienhallinta on laitoksella järjestetty ml. ennaltaehkäisy ja toimenpiteet vahingon sattuessa.

Analyysin arvioiminen ja päivittämissuunnitelma

Analyysin tulee vastata yrityksessä kulloinkin vallitsevaa toimintaa. Muutostilanteissa myös analyysin muutostarve tulee arvioida. Analyysiä tulee päivittää jatkuvasti, mutta erityisesti muutostilanteissa sekä läheltä piti -tilanteiden, häiriötilanteiden ja onnettomuustapausten jälkeen. Suositeltavaa on uusia koko analyysi säännöllisesti 3 - 5 vuoden välein.

Toiminnanharjoittajan tulee olla tietoinen myös tehdyn analyysin heikkouksista. Tällä on merkitystä esim. yritysten vastuiden arvioinnissa. Analyysin tekijät arvioivat tehdyn analyysin hyvyyden, mitä olisi voitu tehdä toisin tai paremmin (epävarmuusanalyysi).

Raportointi ja analyysistä tiedottaminen

Viranomaiset tarvitsevat tiedot analyysistä ja siihen tehdyistä muutoksista. Muu tiedottaminen on yrityksen päätettävissä. Häiriöpäästöjen hallinnan ja ympäristöystävällisen toimintakuvan muodostumisen edistämiseksi kannattaa analyysistä tiedottaa avoimesti sekä yrityksen sisällä että ulkona.

5 Hyvä ympäristöriskianalyysi ja muut suositukset

YMPÄRI-hankkeen tulosten perusteella suositellaan seuraavaa:

1. YMPÄRI-hankkeen päätuotos, malli hyvästä ympäristöriskianalyysistä, on kuvattu luvuissa 3 ja 4. Ympäristöriskianalyysin toteutuksen avuksi on laadittu työkalut: YMPÄRI-tarkistuslista (liite 1), seurausmatriisi (taulukko 2) ja ympäristöriskien arvottamismatriisi (taulukko 3). Nämä työkalut ovat saatavissa päivitettyinä ympäristöhallinnon www-sivuilta (www.ymparisto.fi >Yritykset ja yhteisöt > Ympäristöriskit ja -vahingot).
2. Ympäristöriskianalyysi sisältää kohteen rajaamisen, riskien tunnistamisen, riskien suuruuden arvioinnin, riskien merkityksen arvioinnin sekä toimenpite-ehdotukset.
3. Ympäristöriskianalyysin laajuus ja syvyys määräytyvät toiminnan luonteen mukaan. Apua tämän määrittämiseen antaa tämän raportin kuva 5 (riskin suuruuden arvioimisen vuokaavio).
4. Ympäristöriskianalyysi tulee olla tarpeellisessa laajuudessa aina osa ympäristölupahakemusta ainakin alueellisten ympäristökeskusten ja ympäristölupavirastojen käsittelemissä hakemuksissa.
5. Ympäristöriskianalyysi tulee olla tarpeellisessa laajuudessa aina osa vapaaehtoisten ympäristöjohtamisjärjestelmien ympäristönäkökohtien tunnistamisprosessia sekä hätätilanteissa toimimisen valmiuden suunnittelua.
6. Yritys pitää kirjata häiriöpäästöistään ja sellaisista läheltä piti -tilanteista, joista olisi saattanut aiheutua häiriöpäästö.
7. Häiriöpäästön ilmoittamisen kynnys viranomaisille ja muille sidosryhmäthoille pidetään matalana. Viranomaiset ylläpitävät valtakunnallista tilastoa häiriöpäästöilmoituksista.

Mallia hyvästä ympäristöriskianalyysistä tulee käyttää pohjana laadittaessa ympäristöriskianalyysiä. Malli etenee pääotsikkotasolla kertoen mitä missäkin vaiheessa tulee tehdä ja raportoida. Varsinaiset menettelytavat, kuten riskianalyysitekniikan, voi yritys valita itse.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi on olennainen osa yritysten ympäristöasioiden hallintaa. Sitä edellytetään lainsäädännössä ja sertifioiduissa ympäristöjohtamisjärjestelmissä. Tähän asti ei ole ollut yhtenäisiä vaatimuksia siitä, miten laitosten ympäristöriskit tulisi arvioida ja mitä ympäristöriskianalyysin tulisi sisältää. Ympäristöriskejä aiheuttavien yritysten kannattaisi tehdä häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi, vaikkei voimassa oleva lainsäädäntö sitä säännönmukaisesti edellyttäisikään tai yrityksessä ei ole standardoitua ympäristöjohtamisjärjestelmää. Ympäristöriskianalyysi on hyvä työkalu yrityksen häiriöttömän toiminnan varmistamisprosesseissa sekä mahdollisiin häiriöpäästötilanteisiin varautumisessa.

Hyvä ympäristöriskianalyysi ja siihen liittyvä käsitteistö pyrittiin YMPÄRI-hankkeessa määrittelemään laajalla asiantuntijapohjalla. SYKE:n, TUKES:in ja VTT:n yhteistyö sekä haastattelut ja hankkeessa järjestetyt työpajat tarjosivat laajalle joukolle viranomaisia, konsultteja, johtamisjärjestelmäsertifioijia ja yritysedustajia mahdollisuuden kommentoida ja vaikuttaa ympäristöriskianalyysin sisällön määrittämiseen. Ympäristöriskianalyysiä ja siihen liittyviä suosituksia ei resurssien vähyyden vuoksi pystytty testaamaan YMPÄRI-hankkeen aikana. Jatkossa, kun YMPÄRI-suosituksia aletaan soveltaa, huomataan varmasti parannustarpeita tässä raportissa esitettyyn. YMPÄRI-tarkistuslista, seurausmatriisi ja arvottamismatriisi ovat tästä syystä erotettu ympäristöhallinnon verkkosivuille, josta käsin niitä tullaan päivittämään kokemusten myötä.

YMPÄRI-suositusten etuja on, että toimijat voivat sitä noudattamalla varmistua siitä, että analyysi täyttää sekä ympäristö- että kemikaalivalvontaviranomaisten, kuin myös johtamisjärjestelmiä arvioivien sertifiointielimien vaatimukset, esimerkiksi mitä ympäristöluvan yhteydessä edellytettävällä riskitarkastelulla tarkoitetaan. Suosituksessa nojaututaan vahvasti riskianalyysitekniikoiden hyödyntämiseen järjestelmällisessä riskien tunnistamisessa. Todennäköisyyden ja seurausten arvioimiseen annetaan selkeät ohjeet ja työkalut – ympäristöriskien seurausmatriisi ja arvottamismatriisi. Molemmat matriisit sisältävät jo valmiiksi näkemykset riskien hyväksyttävyyteen.

YMPÄRI-hankkeessa laadittiin häiriöpäästön määritelmä. Yritysten tulee ilmoittaa viranomaisille tämän määritelmän sisään sijoittuvat häiriöpäästönsä matalan ilmoituskynnyksen periaatteella. Ilmoitukset kirjataan ympäristöhallinnon VAHTI-järjestelmään ja merkittävät päästöt myös TUKESin VARO-rekisteriin. Tietojen perusteella saadaan kokonaisnäkemys häiriöpäästöjen ja onnettomuuksien hallinnan tilasta ja voidaan tehdä tulkintoja toimenpidetarpeista valtakunnan tasolla. Tämän yleisen häiriöpäästörekisterin lisäksi suositellaan, että yritykset myös itse rekisteröivät ja analysoivat omia häiriöpäästöjään ja läheltä piti -tilanteitaan, ja käyttävät tietoja toimintansa kehittämisessä.

Toivottavaa on, että häiriöpäästöjen hallinnan ja hyvän ympäristöriskianalyysin suositusten myötä ympäristöviranomaisten ja kemikaaliviranomaisten yhteistyö kehittyä vuorovaikutteisemmaksi nykyisestä. Tavoitteena tulisi olla selkeä työnjako siten, ettei toiminnanharjoittajiin kohdistu turhia päällekkäisiä vaatimuksia ja valvontaa.

KIRJALLISUUS

- A Guide to Risk Assessment and for Environmental Protection. 1995. Department of Environment. UK.
- A Guidebook to Comparing Risks and Setting Environmental Priorities. 1993. EPA.
- Brignon, J.-M. 2005. Synthesis document on WP 1. Sharing experience on risk management (health, safety and environment) to design future industrial systems (SHAPE-RISK). EU, Contract nro: NMP2-CT-2003-505555.
- Danihelka, P. 2006 (tuleva). Discussion document on WP5 and invitation to the workshop. SHAPE-RISK. Contract nro NMP2-CT-2003-505555. <http://shaperisk.jrc.it/index.html>
- Espanjalaisten ympäristöriskianalyysistandardi: Analysis y evaluación del resgo medioambiental. Analyse at évaluation du risque environmental. Norma Española experimental. UNE 150008 EX.
- Fairman, R., Mead, C. D. ja Williams, P. W. 2004. Environmental Risk Assessment - Approaches, Experiences and Information Sources. Environmental Issues Report No 4. European Environment Agency.
- Ficbauer, V. and Ivánek, L. 2004. Environmental Risk Identification and Assessment. Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries 11th International Symposium Loss Prevention 2004, Praha Congress Centre 31 May - 3 June 2004.
- Guidelines for Chemical Reactivity Evaluation and Application to Process Design. 1995. Americal Institute of Chemical Engineers, New York.
- Guidelines for Chemical Transportation Analysis. 1995. Americal Institute of Chemical Engineers, New York.
- Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. 1985. American Institute of Chemical Engineers
- Guidelines for Process Safety Documentation. 1995. American Institute of Chemical Engineers, New York.
- Guidelines for Process Safety Fundamentals in General Plant Operations. 1995. American Institute of Chemical Engineers, New York.
- Guidelines for Process Safety in Outsourced Manufacturing Operations. 2000. American Institute of Chemical Engineers, New York.
- Hämäläinen, P., Mattila, M. ja Molarius, R. (toim.) 1995. Ympäristöriskit – satunnaispäästöjen analysointi. Opetushallitus.
- Integration of IPPC and SEVESO Directives. 2004. Discussion Document. Shape-Risk WP1 Discussion Document. - 21 October 2004. INERIS, France.
- Isännäinen, S., Rouhiainen, V., Koivisto, R. ja Edelman K. 1992. Satunnaispäästöjen hallitseminen sellutehtaissa. Espoo, VTT, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 1325. 30 s. + liitt. 18 s.
- Kemian keskusliitto 1991. Riskien hallinta kemianteollisuudessa, Helsinki, 97 s.
- Khan, F. I., Rani, J. Deepa and Abbasi, S. A. 1997. Accident simulation as a tool for assessing and controlling environmental risks in chemical process industries: a case study. Koean J. Chem. Eng. 15(2), 124-135.
- Koskela S., Seppälä J., Hiltunen, M-R ja Mattila, T. 2006. Kemikaalin häiriöpäästön ympäristöriskinarviointi EUSES-mallilla. Raportti saatavilla Suomen ympäristökeskuksen nettijulkaisuna keväällä 2006.
- Kuisma, M., Lovio, R. ja Niskanen, S. 2001. Hypoteesejä ympäristöjärjestelmien vaikutuksista teollisuusyrityksissä. Suomen ympäristö 486. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Luntinen, M., Seppälä, T., Tuomainen, J. ja Lapveteläinen, T. Ympäristöönnettomuudet ja niiden kustannukset vuosina 1995-1999. Helsinki, Suomen ympäristökeskus, moniste 206.
- Mills, W.B., Porcella, D.B., Unga, M.J., Gherini, S.A., Summers, K.V., Lingfung Mok, Rupp, G.L., Bowie, G.L. & Haith, D.A. 1985. Water quality assessment: A screening procedure for toxic and conventional pollutants in surface and ground water. Part 1. Revised ed. Athens, USEPA Environmental research laboratory. xxvii p., 609 p. EPA/600/6-85/002a.
- Molarius, Riitta ja Wessberg, Nina. 2003. Ympäristöriskien hallinnan tehostaminen -- poikkeus- ja häiriötilanteet. Esiselvitys. Suomen ympäristö 625. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere.
- Peltonen, T., Suoheimo, P., Huimala, U., Pennanen, J. ja Sahivirta, E. 2004. Vapaaehtoiset ympäristöjärjestelmät ja ympäristölupaprosessi EU-jäsenvaltioissa. Suomen ympäristö 677. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

- Pollard, S. ja Guy, J. (eds.) 2001. Risk Assessment for Environmental Professionals. A Publication of the Chartered Institution of Water and Environmental Management. London.
- Reason, J. 1999. Safety paradoxes and safety culture. *Injury Control & Safety Promotion*. Vol. 7, No. 1, ss. 3-14.
- Riskienhallinta kemianteollisuudessa. 1991. Helsinki, Kemian keskusliitto, Chemas Oy.
- Rossi, E. 1991. An Index Method for Environmental Risk Assessment in Wood Processing Industry. Jyväskylä, University of Jyväskylä, Biological Research Reports from the University of Jyväskylä 23.
- Ruokonen, J. ja Wessberg, N. 2005. Häiriöpäästöraportointi suomalaisessa metsä- ja kemianteollisuudessa 1998-2004. VTT Tuotteet ja tuotanto, Tampere.
- Seppälä, Jyri. 1992. Ympäristöriskianalyysi teollisuudessa. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallitus.
- SFS-EN ISO 14001. 2004. Ympäristöjärjestelmät. Vaatimukset ja opastusta niiden soveltamisesta. Suomen standardisoimisliitto SFS, Helsinki.
- SFS-IEC 60300-3-9, 2000. Luotettavuusjohtaminen osa 3: käyttöopas. Luku 9: Teknisten järjestelmien riskianalyysi.
- Sosiaali- ja terveysministeriö 2004. Kemikaaleja käsitteleviltä ja varastoivilta toiminnanharjoittajilta edellytettäviä vaarojen arviointeja, Kemikaalineuvottelukunnan monisteita 1 (2004). Helsinki, 28 s.
- System Safety Analysis Handbook. 2nd edition 1997 (1st edition 1993). Environmental Risk Analysis. System Safety Society, USA.
- Tools for Making Acute Risk Decisions with Chemical Process Safety. Applications. 1995. American Institute of Chemical Engineers, New York.
- Wessberg, N., Tiihonen, J. ja Malmén, Y. 2000. Satunnaispäästöriskien arviointi. Helsinki, Kauppa-kaari.
- Vicente, K. 1999. Cognitive Work Analysis. Toward Safe, Productive, and Healthy Computer-Based Work. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, New Jersey
- Wilday, A. J., Ali M. W and Wu, Y. 1998. Index Method for cost-effective assessment of risk to the environment from accidental releases. ICHIME Symposium Series No. 144. A Guide to Risk Assessment and for Environmental Protection. 1995. Department of Environment. UK.
- Väättäinen, P. ja Seppälä, J. 1995. Ympäristöönnettomuudet ja niistä aiheutuneet kustannukset Suomessa vuosina 1989-1994. Helsinki, Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto, Selvitys 1 1995.
- Ympäristöministeriö 2005. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista. Luonnos 9.9. Helsinki.

LIITTEET

Liite I YMPÄRI-tarkistuslista

Tarkistuslista ympäristöriskianalyysin tekemisen avuksi

1. Analyysin tavoitteiden määrittäminen

- Viranomaisvelvoite / Ympäristöjohtamisjärjestelmä / Turvallisuusjohtamisjärjestelmä / Vakuutusyhtiön tarpeet / Prosessisuunnittelu (uusi/vanha laitos) / Ostot ja hankinnat (esim. tehdasostot, maa-alueostot, raaka-ainehankinnat yms.) / YVA-selvitys / Vaaratilanteiden (läheltä piti -tilanteiden) jälkitoimenpiteet / Henkilöstön kouluttaminen, riskitietoisuuden vahvistaminen organisaatiossa / ...

2. Analyysin rajaaminen

- Tarkasteltavan alueen rajaaminen ja jakaminen osiin, mitä asioita analyysi koskee ja mitkä asiat on rajattu tarkastelun ulkopuolelle? Rajauksessa on huomioita sekä fyysiset rajat (esim. tehdasalueen rajoittava aitaus) että toiminnalliset rajat (esim. useita yrityksiä samalla alueella, alihankkijat yms.)
- Minkälaisia ja minkä suuruisia asioita analyysissä käsitellään? (esim. aine-määrät tai ominaisuudet lähtökohtana)
- Terveydelle ja ympäristölle vaaralliseksi luokiteltujen aineiden lisäksi ympäristöriskianalyysiin tulee sisällyttää kaikki sellaiset vaarattomat aineet, joita käsitellään ympäristöhaittaa mahdollisesti aiheuttavia määriä. Esimerkiksi tärkkelyspäästö voi sekoittaa biologisen puhdistamon toiminnan ja aiheuttaa puhdistamattoman jäteveden pääsyä vesistöön.
- Tarkasteltavat riskityypit (henkilöriskit/ympäristöriskit/omaisuusriskit/...)
- Yhteys muihin yrityksessä tehtyihin riskianalyysihin ja riskien hallintaan
 - Tavoitteena tulisi olla, että yrityksessä on jatkuvasti päivitettävä riskien arviointi prosessi, jota tarpeen mukaan aina täydennetään.
 - Esim. aiempia lupahakemuksia, turvallisuusselvityksiä tai pelastussuunnitelmia sekä työn vaarojen arviointia varten tehtyjen onnettomuusriskien arviointien täydentäminen ja hyödyntäminen.
- Yhteys muuhun yrityksessä toteutettavaan ympäristöasioiden hallintaan
 - Jatkuvat, suunnitellut päästöt, ympäristöjohtamisjärjestelmä (ISO 14001, EMAS) jne.

3. Tietojen kokoaminen

- Kuka tekee/on tehnyt ja/tai osallistunut analyysin tekemiseen eli analyysiryhmän kokoonpano? (työntekijät, ympäristö-/ turvallisuuspäällikkö, mahdolliset ulkopuoliset sidosryhmät, esim. konsultti, kunnallisen jätevedenpuhdistamon hoitajat, vakuutusyhtiön edustajat, muut asiantuntijat tai paikalliset asukkaat)
- Kuvaus toiminnasta ja laitteistosta riskien kannalta (prosessikuvaus, toimintakuvaus) sekä prosessissa käytettävistä raaka- ja apuaineista sekä varastomääristä, säiliöistä, lastaus- ja purkupaikoista ja -tavoista yms.

- Kemikaalikartoitus
 - Kemikaalien ja muiden raaka-aineiden luettelointi sekä lajittelu ominaisuuksien (mm. käyttöturvallisuustiedotteet, tuleva Reach-rekisteri), käyttömäärien ja käyttökokemusten mukaan enemmän ja vähemmän ympäristöhaittaa mahdollistaviin
- Kuvaus toiminnan ympäristöstä
 - Erityisesti häiriöpäästöjen aiheuttaman haavoittuvuuden kannalta, esim. herkäät luontokohteet, luonnosuojelualueet, vedenottamot, pohjavesialueet, yhteiskunnalliset merkittävät rakennukset, päiväkodit, koulut jne.
 - Ympäristössä olevat mahdolliset vaaran aiheuttajat, esim. muu teollisuus, tiet, putkilinjat, vesistöt esimerkiksi tulvien mahdollistajana ja muut paikkakohtaiset luonnonilmiöt jne.
- Kuvaus organisaatiosta häiriöpäästöjen hallinnan näkökulmasta
- Dokumentit, esim. aikaisemmat analyysit, häiriöpäästöraportit (esim. 5 vuoden häiriöpäästöhistoria²¹), läheltä piti -raportit, VARO-rekisteri, teollisuusyhdistysten omat tilastot jne.

4. Riskien tunnistaminen

- Kuinka häiriöpäästömahdollisuudet tunnistetaan/tunnistettiin?
 - Riskien tunnistaminen vaaralähteiden ja mahdollisten vahingon aiheuttajien perusteella: kemikaalit, prosessilaitteet, toiminnot, toiminnot yms. mukaan lukien ihmiset sekä myös laitoksen ulkopuoliset tekijät, jotka voisivat edesauttaa häiriöpäästöjen syntymistä, esim. ilkeä, terrorismi, sääolosuhteet, naapurissa olevat teollisuuslaitokset jne.
 - Riskianalyysitekniikat: häiriöpäästötilanteiden tunnistaminen, esim. POA, SARA; tarvittaessa häiriöpäästötilanteiden yksityiskohtaisempi tunnistaminen, esim. HAZOP, puumenetelmät
 - Huomioidaan menneisyys, nykyisyys ja tulevaisuus.
- Kuvaukset siitä kuinka tunnistettuihin häiriöpäästötilanteisiin on varauduttu

5. Riskin suuruuden arvioiminen

5.1. Häiriöpäästötilanteiden esiintymisen taajuus/todennäköisyys

- Arvioidaan häiriöpäästötilanteen esiintymisen taajuus kokemus- ja/tai tutkimus- sekä kirjallisuustietoihin perustuen.

5.2. Häiriöpäästötilanteiden seurausten arvioiminen

- Miten seuraukset on tunnistettu?
- Mitä pääsee?, Mitä muodostuu?, Paljonko pääsee ja mihin pääsee/kulkeutuu? Ilmaan, maaperään, vesistöön, viemäriin, sammutusvesien mukana...?
 - Huomioitava myös seurausketjut, esim. tulipalosta aiheutuvien sammutusvesien määrä ja kulkeutuminen.
 - Vakavissa tapauksissa on syytä tehdä mallinnuksia ja tarkempi ekologisen ja/tai terveysriskin arviointi.

²¹ Hyvään riskienhallintakäytäntöön kuuluu, että häiriöpäästön tapahtuessa selvitetään päästön aiheuttanut syy ja siitä aiheutuneet seuraukset. Nämä raportoidaan huolellisesti ja ylläpidetään yrityksen häiriöpäästöhistoriaa. Häiriöpäästöhistoriaan on hyvä liittää myös läheltä piti -tilanteiden kirjaus ja analysointi. Häiriöpäästöhistoriasta voidaan tehdä tulkintoja yrityksen riskienhallinnan riittävydestä.

- Mitä vaikuttaa? Ympäristövaikutukset? Kokemustieto, kirjallisuustieto. Ekologiset, terveydelliset ja yhteiskunnalliset vaikutukset!
 - Vaikutuksia arvioitaessa tulee huomioida vastaanottavan ympäristön herkkyys sekä päästön mahdollinen ajankohta, esimerkiksi vuodenajalla voi olla suuri merkitys vaikutusten muodostumiseen ja voimakkuuteen. Esimerkiksi päästö jokeen vähäisen virtaamaan aikaan on usein vaikutuksiltaan voimakkaampi kuin sama päästö samaan jokeen runsaan virtaaman aikana.
 - Tarvittaessa tarkempi vaaralähteiden vaikutusten selvittäminen, häiriöpäästötilanteiden yksityiskohtaisempi tunnistaminen ja/tai seurausten mallintaminen ja ekologinen riskin arviointi
 - Ilmoituskyynnys ulospäin (viranomaisille, tiedotusvälineille ja muille sidosryhmille), esim. Seveso II direktiivin suuronnettomuuksien ilmoituskriteerit (ks. liite 5)
 - Mahdolliset haittakorvausvaatimukset ja vakuutuslaitosten rooli
 - Ympäristörikosnäkökulma arviointikriteerinä (pitkäaikaisen ja tuotamuksellisen/tahallisen ympäristövaikutuksen mahdollisuus antaa aiheen rikossyytteesen)
 - Ks. Seurausten arvioinnin perusteita liitteistä 2 - 4.

6. Riskin merkityksen arvioiminen

- Todennäköisyydet ja seuraukset arvottamismatriisiin, jonka avulla määritetään riskiluokat
- Mikä on hyväksyttävä riski? Kuka määrittää/määritti ja miten? Määrittäjiä ovat yrityksen henkilöstön lisäksi myös esim. viranomaiset, vesiensuojeluyhdistys, naapurit, veden käyttäjät yms. eri sidosryhmät

7. Tulokset ja toimenpide-ehdotukset

- Kuvaus pahimmasta/pahimmista mahdollisesta/mahdollisista tunnistetu(i)sta risk(e)istä sekä tyypillisistä häiriöpäästötilanteista (myös pienemmät tilanteet!) sekä ennaltaehkäiset toimet ja varautuminen näihin riskeihin
 - Tilanteen kuvaus, häiriöpäästötilanteen määrä ja kulkeutuminen, seuraukset ympäristössä sekä toimenpide-ehdotukset riskin hallitsemiseksi
 - Yleensä riittää laadullinen analyysi, mutta erittäin pahoissa tilanteissa tulee käyttää määrällistä mallintamista ja ekologista riskin arviointia seurausten arvioinnissa (esim. EUSES-malli)
- Muut parannusehdotukset/toimenpide-ehdotukset/parannustoimenpiteet/riskien ennaltaehkäisyn ja hallinnan toimet (koskien yleistä turvallisuutta sekä muita kuin pahimmiksi katsottuja tilanteita) sekä menettelyt, joilla varmistetaan, että parannukset ja toimenpiteet toteutetaan
 - Kuka päättää ja vastaa toimenpiteistä, mitä päätetään tehdä, aikataulu
- Ns. jäännösriski: kuvaus tärkeimmistä ympäristöriskeistä, jotka jäävät jäljelle riskienhallintatoimenpiteiden jälkeen.
- Kartta vaaralähteistä tehdasalueella
- Arvio ympäristöorganisaation toimivuudesta häiriötilanteiden ennaltaehkäisyn ja hallinnan näkökulmasta

8. Analyysin arviointi ja päivittämissuunnitelma

- Analyysi tulee päivittää aina muutostilanteissa sekä häiriöiden ja onnettomuuksien jälkeen
- Analyysi tulee uusaa säännöllisin väliajoin (esim. 3 - 5 vuoden välein)
- Päivitetty versio analyysistä tai siihen tulleista muutoksista saatetaan viranomaisen tietoon tarvittaessa, esim. muutokset ovat merkittäviä tai viranomainen pyytää analyysiä
- Tehdyn analyysin heikkoudet, epävarmuudet ja vahvuudet

9. Raportointi ja analyysistä tiedottaminen

- Yrityksen sisällä
- Yrityksen ulkona

Liite 2

Kemikaalikartoitus

Kemikaalikartoituksen tarkoituksena on saada käsitys laitoksella olevien kemikaalien käytöstä ja käsittelystä sekä niiden ympäristövaarallisuudesta, eli kemikaalien ominaisuuksista, joista saattaa seurata haittaa ympäristölle. Tietopohjaa käytetään häiriöpäästötilanteiden tunnistamisessa ja riskien arvioinnissa.

Kemikaalikartoitus jaetaan seuraavassa kolmeen vaiheeseen: (1) kemikaalien käyttö- ja käsittelytietojen ja (2) aineiden ominaisuustietojen kokoamiseen sekä (3) aineiston järjestykseen ja luokitteluun. Seuraavassa esitetyt vaiheet 1 ja 2 perustuvat pitkälti Seppälän (1992) esitykseen.

1. Kemikaalien käyttö- ja käsittelytiedot

Kemikaalien käyttö- ja käsittelytiedot kootaan lomakkeeseen, joka voi sisältää seuraavat tiedot:

- kemikaalien (tuotteiden ja aineiden) nimet ja koostumus (CAS -numero(t))
- käytetty määrä vuodessa
- suurin kerralla käsiteltävä määrä ja käsittelytapa
- käsittelypaikat
- käyttötarkoitus
- varastointi: - säiliön koko, suurin mahdollinen varastointimäärä (myös pienemmät astiat, säkit yms. sekä laitteissa oleva määrä)
 - säiliön sijainti
- kuljetus: - kuljetustapa
 - kuljetusyksikön koko
- normaali ko. kemikaalien poistuminen tuotantotoiminnasta (ilmaan, veteen, jätteeseen ja tuotteeseen mahdollisine prosenttiosuuksineen).

Kemikaalien käsittelytietoja voidaan tarkentaa tarvittaessa esimerkiksi kuljetusreitien, putkistojen ja säiliöiden materiaalien osalta. Asioiden selkeä esittäminen edellyttää tarkoituksenmukaista lomakepohjaa ja karttamateriaalia, jonka avulla paikkatiedot voidaan esittää havainnollisesti.

Samalla kemiallisella yhdisteellä voi olla useita kauppa- tai triviaalinimiä sekä nimistä muodostettuja lyhenteitä. Aineiden yksiselitteisesti tunnistamiseksi on useita järjestelmiä, joista tässä yhteydessä suositellaan käytettäväksi laajasti käytettyä CAS-numerointijärjestelmää (Chemical Abstract Service). Kustakin kemikaalista eritellään sen koostumus ja ympäristölle haitallisten aineiden osalta esitetään niiden CAS-numerot mahdollisuuksien mukaan.

2. Aineiden ominaisuustiedot

Kemikaalien valmistajat ja maahantuojaat laativat vaarallisiksi luokitelluista tuotteistaan käyttöturvallisuustiedotteet, jotka sisältävät tietoja tuotteen fysikaalis-kemiallisista ja terveydelle vaarallisista ominaisuuksista, palo- ja räjähdysominaisuuksista sekä yhä enenevässä määrin ympäristölle vaarallisista ominaisuuksista. Käyttöturvallisuustiedotteissa on muun muassa tietoja seuraavista tuotteen kemiallisista ja fysikaalisista ominaisuuksista:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| - kiehumispiste | - sulamispiste |
| - höyrypaine | - liukoisuus veteen |
| - tiheys | - pH-arvo |
| - suhteellinen haihtuvuus | - olomuoto, väri ja haju |

Käyttöturvallisuustiedotteissa on lisäksi saatavilla tietoja seuraavista palo- ja räjähdysominaisuuksista:

- leimahduspiste - syttymisrajat
- itsesyttymislämpötila - reaktiivisuus

Edellä mainitut ominaisuudet on eritelty ainoastaan kemikaalitasolla, ei ainetasolla. Kemikaalin eri aineilla edellä mainitut ominaisuudet voivat olla hyvin erilaisia.

Kemikaalit voivat reagoida vaaraa aiheuttavalla tavalla keskenään. Tällaisten mahdollisuuksien tunnistamiseen käytetään tavallisesti **reaktiomatriisia** (taulukko 2.1). Sen avulla käydään läpi prosessissa käytössä olevat kemikaalit ja niiden mahdolliset keskinäiset reaktiot. Myös Kemi-Arvi -työkalu on käyttökelpoinen apuväline kemikaalien järjestelmälliseen huomioimiseen analyysissä (<http://kemi-arvi.tksoft.com/>).

Pinta- ja pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin voidaan käyttöturvallisuustiedotteen tietoja käyttää vain rajoitetusti. Esimerkiksi kemikaalien liukoisuus veteen on ilmaistu vain sanallisessa muodossa. Kemikaalien ympäristövaarallisten ominaisuuksien arviointi on lisäksi tehtävä aineittain. Todettakoon, että pohjoismaiden työryhmä on esittänyt suosituksena, että jos ainetta on yli 1% kemikaalissa, aine otetaan huomioon ympäristövaarallisuustarkastelussa (Landner 1990). Vaarallisten aineiden kohdalla tätäkin pienemmät pitoisuudet tulee ottaa huomioon.

Kemikaalien ympäristövaarallisuuden määrittämisessä kerätään aineille ominaisuustietoja, jotka liittyvät aineiden:

- hajoavuuteen
- myrkyllisyyteen
- liikkuvuuteen/kulkeutuvuuteen ympäristössä
- kertyvyyteen

Biologisen hajoamisen, **biohajoavuuden**, määrittämisen lähtökohtana käytetään OECD:n 28-päivän testin tuloksia (OECD 1984) tai aineen biologisen hapenkulutuksen (BOD_5) ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD) välistä suhdelukua. Biohajoavuuden lisäksi tulee tiedostaa kemikaalin muukin hajoaminen ns. **abioottinen hajoaminen** eli mm. fotolyysi ja hydrolyysi. **Fotolyysillä** tarkoitetaan valon vaikutuksesta tapahtuvaa hajoamista. **Hydrolyysillä** tarkoitetaan hajoamista veden vaikutuksesta.

Eliöllä myrkyvyvaikutukset voivat olla joko akuutteja tai kroonisia. Akuutilla myrkyllisyydellä tarkoitetaan huomattavia haittavaikutuksia, jotka aiheutuvat koe-elioille lyhytaikaisessa altistuksessa. Kroonisella myrkyllisyydellä tarkoitetaan myrkyvaikutusta, joka a) on seurausta altistuksesta, joka kestää elion keskimääräisestä elinajasta suuren osan tai sen kokonaan, b) ilmenee vasta pitkän ajan kuluttua myrkyvaikutuksen jälkeen. Häiriöpäästöjen ennaltaehkäisyyn tähtäävässä riskianalyysissä tarkastellaan tavallisesti lähinnä aineiden akuutteja myrkyvaikutuksia.

Aineiden myrkyllisyyttä on yleisesti tutkittu vesielioilla. Akuutin myrkyllisyyden määrittäminen *Daphnia magna* -vesikirpulla (EC_{50} 24-48 h) on yksinkertainen suorittaa ja

tätä menetelmää on käytetty paljon tähänastisissa kemikaalitestauksissa. Merkintä EC₅₀ 24/48 h tarkoittaa testiolosuhteissa sitä pitoisuustasoa, jossa puolella testiorganismilla on havaittu haittavaikutuksia 24 tai 48 tunnin altistumisen aikana. Vesikirpuna lisäksi tavallisia testiorganismeja ovat levät (IC₅₀ 72 h *Selenastrum capricornutum* tai *Chlorella sp.*) ja useat kalalajit (LC₅₀ 96 h esim. kirjolohi tai seeprakala). LC₅₀ (lethal concentration) tarkoittaa välitöntä tappavaa pitoisuustasoa puolelle testiorganismeista. Levillä merkintä IC₅₀ tarkoittaa inhibitiopitoisuustasoa puolelle testileivistä. Pitkäaikaisvaikutuksia vesieliöille arvioidaan määrittelemällä se pitoisuustaso, jossa eliöiden ei enää havaita saavan vaikutuksia altistuskokeessa (ns. NOEC-arvo). Maaympäristössä aineiden akuuttia myrkyllisyyttä mitataan lieroille. Linnuille, mehiläisille ja nisäkkäille akuutti myrkyllisyys määritellään suun kautta annettuna kerta-annoksena ja tulosta merkitään lyhenteellä LD₅₀ (lethal dose, eli välitön tappava annos puolelle testiorganismeista).

Taulukko 2.1 Esimerkki kemikaalimatriisista

Aine no.	Aine tai aineryhmä											
1	Aldehydit	I										
2	Amiinit, alif. ja arom.	L	2									
3	Fenolit			3								
4	Glykolit				4							
5	Halogeeniyhdisteet, orgaaniset		L, KM			5						
6	Hiilivedyt, aromaattiset						6					
7	Isosyaanit		L, P	L, P	L, P			7				
8	Mineraalihapot, ei hapettavat	L, P	L	L	L,	L, KM		L, K	8			
9	Nitriitit							L, KM, KS	9			
10	Peroksidit, orgaaniset	L, K	L, KM	L	L, T	L, R		L	L, K	L, P, KM	10	
11	Sulfidit, epäorgaaniset	L						L	KM, KS		L, KM	11
12	Vesi							L, K	L			KM, KS
		I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Reaktio-koodi	Seuraus
L	Tuottaa lämpöä
T	Tulipalon vaara
K	Tuottaa myrkytöntä ja palamatonta kaasua
KM	Tuottaa myrkyllistä kaasua
KS	Tuottaa syttyvää kaasua
R	Räjähdy
P	Kiivas polymerisointi
M	Muuttaa myrkyllisiä aineita liukenevaan muotoon
?	Saattaa olla vaarallinen, mutta ei ole tiedossa

Kertyvyys on ominaisuus, joka kuvaa kemikaalin taipumusta kerääntyä eliö-
töön/ihmiseen suoraan vedestä, ilmasta tai ravintoketjun ja -verkoston välityksellä.
Orgaanisten, ionisoitumattomien aineiden kertyvyyttä voidaan arvioida niiden ras-
valiukoisuuden tai -hakuisuuden perusteella. Rasvahakuisuus määritellään yleisesti
n-oktanoli-vesi -jakaumakertoimen K_{ow} (= aineen pitoisuus n-oktanolissa/aineen
pitoisuus vedessä) avulla. Kokeellisesti aineiden kertyvyyttä arvioidaan yleisimmin
määrittämällä koe-eläimen (kala) biokonsentraatiotekijä BCF (= aineen pitoisuus
kalassa/ aineen pitoisuus vedessä).

Vesiympäristössä kemikaalien kulkeutumisen kannalta **haihtuvuus** ja **veteen liu-
kenevuus** ovat tärkeitä prosesseja. Aineen haihtuvuudesta voidaan tehdä johtopää-
töksiä ns. Henryn lain vakion avulla, mikä itse asiassa on ilma/vesi -jakaantumisker-
roin. Edelleen kemikaaleihin liittyvät happo/emäsreaktiot ja sorptio-ominaisuudet
ovat aineen kulkeutumisen kannalta tärkeitä tekijöitä. Sorptio käsittää adsorption ja
desorption. Adsorptio tarkoittaa maa-ainekseen kiinnittymistä. Desorptio tarkoittaa
puolestaan maa-aineksesta vapautumista. Kemikaalin adsorptiotaipumuksesta teh-
dään useimmiten johtopäätöksiä ns. adsorptiokertoimen, K_d -arvon avulla. Adsorp-
tioterrointa voidaan esimerkiksi aromaattisten ja kloorattujen hiilivetyjen yhteydessä
estimoida n-oktanoli/vesi -jakautumiskertoimen ja maassa/sedimentissä olevan or-
gaanisen aineen määrän avulla.

Muun muassa Nikunen ja Leinonen (2002) ovat tehneet yhteenvedon tietolähteistä,
joista voidaan löytää edellä mainittuja aineiden ominaisuustietoja mikäli käyttötur-
vallisuustiedotteista ei niitä löydy. Kotimaiset ja kansainväliset, lähinnä kemian ja ym-
päristöalan, tietokannat tarjoavat erään ratkaisun löytää aineiden ominaisuustietoja.
Niissä tiedot ovat paremmin ajantasalla kuin käsikirjoissa. Todettakoon, että edellä
mainitut aineiden CAS-numerot auttavat huomattavasti tietojen löytämistä.

3. Aineiston jäsentely ja luokittelu

Kerättyjen tietojen perusteella käytetyt kemikaalit voidaan jäsenellä kemikaali/
ainekohtaisesti erilaisiin sanallisiin luokkiin, joilla parannetaan ymmärrystä kemi-
kaaleihin liittyvistä uhista. Erilaisia ryhmyksiä on lukuisia erilaisia, eivätkä tässä
esitetyt siten ole virallisia tai ehdottomia. Seuraavat myrkyllisyyteen, hajoavuuteen,
liikkuvuuteen/kulkeutuvuuteen ympäristössä ja kertyvyyteen liittyvät raja-arvot
ja niihin liittyvät sanalliset ryhmittelyt perustuvat Suomen ympäristökeskuksessa
työskentelevien Riitta Leinosen ja Birgit Kemiläisen kokoomaan aineistoon, joka
pohjautuu enimmäkseen Esa Nikusen ja Riitta Leinosen julkaisuun (2002).

A. Myrkyllisyyteen liittyviä raja-arvoja

Akuutti myrkyllisyys lierolle			
LC ₅₀ (mg/kg maata kuivap.)		Ryhmittely	
< 1		erittäin myrkyllistä	
1 – 10		myrkyllistä	
10 – 100		kohtalaisen myrkyllistä	
100 - 1 000		lievästi myrkyllistä	
> 1 000		hyvin lievästi myrkyllistä	
Akuutti ja subakuutti myrkyllisyys linnuille			
Akuutti oraali (suun kautta) koe kerta-annos LD ₅₀ (mg/kg (mg/kg ravinto) ruumiinpaino)	Ruokintakoe LC ₅₀	Ryhmittely	
< 10	< 50	erittäin myrkyllistä	
10 - 50	50 - 500	myrkyllistä	
50 - 500	500 - 1 000	kohtalaisen myrkyllistä	
500 - 2 000	1 000 - 5 000	lievästi myrkyllistä	
> 2 000	> 5 000	hyvin lievästi myrkyllistä	
Akuutti myrkyllisyys mehiläisille			
LD ₅₀ (oraali) µg/mehiläinen		Ryhmittely	
< 0,1		erittäin myrkyllistä	
0,1 - 1,0		myrkyllistä	
1 - 10		kohtalaisen myrkyllistä	
10 - 100		lievästi myrkyllistä	
> 100		hyvin lievästi myrkyllistä	
Akuutti myrkyllisyys vesieliöille			
LC/EC/IC ₅₀ (mg/l)		Ryhmittely	
< 1		erittäin myrkyllistä	
1 - 10		myrkyllistä	
10 - 100		haitallista	
> 100		hyvin lievästi myrkyllistä	
Pitkäaikainen myrkyllisyys vesieliöille			
NOEC (mg/l)		Ryhmittely	
< 0,01		erittäin myrkyllistä	
0,01 - 0,1		myrkyllistä	
0,1 - 1,0		lievästi myrkyllistä	
> 1,0		hyvin lievästi myrkyllistä	
Akuutti myrkyllisyys nisäkkäille			
Akuutti oraali (suun kautta) LD ₅₀ (mg/kg ruumiin- paino)	Akuutti dermaali (ihon kautta) LD ₅₀ (mg/kg (ruumiinpaino)	Akuutti inhalaatio (hengitysteitse) LC ₅₀ (mg/l ilmaa, 4 h)	Ryhmittely
< 25	< 50	< 0,5	erittäin myrkyllistä
25 - 200	50 - 400	0,5 - 2	myrkyllistä
200 - 2 000	400 - 2 000	2 - 20	haitallista
> 2 000	> 2 000	> 20	hyvin lievästi myr- kyllistä

B. Altistumiseen liittyviä raja-arvoja

Seuraavassa on esitetty raja-arvoja ja ryhmittelyjä kemikaalien ominaisuuksien tulkitsemiseksi. Erilaisia raja-arvoja ja sanallisia luokitteluja on lukuisia erilaisia, eivätkä tässä esitetyt siten ole virallisia tai ehdottomia. Raja-arvoista ja ryhmittelyistä on kuitenkin hyötyä muun muassa, kun kemikaalin ympäristölle vaarallisista ominaisuuksista kaivataan testitulosten lisäksi sanallista luonnehdintaa.

Hajoavuus

Biologisesti nopeasti hajoava aine: Aine, josta OECD:n 28 vrk:n "Ready biodegradability" -testissä hajoaa vähintään 70 % ($BOD_{28}/ThOD > 60$ % tai DOC:n vähennys > 70 %). Tulos on kuitenkin saavutettava 10 vrk:ssa siitä laskien, kun 10 % aineesta oli hajonnut. Biologista hajoavuutta voidaan arvioida karkeasti myös BOD_5 - ja COD-arvojen suhteen avulla. Jos BOD_5/COD -suhde on 0.5 - 1.0, voidaan aineen arvioida olevan nopeasti biologisesti hajoava.

Luontaisesti biologisesti hajoava aine : Aine, joka OECD:n "Inherent biodegradability" -testeissä hajoaa 28 vuorokaudessa vähintään 20 %. Aineita, jotka tässä testityypissä hajoavat vähintään 70 % pidetään lopullisesti hajoavina (ultimate biodegradation).

Hydrolyysi: Ainetta pidetään hydrolyyttisesti stabiilina kyseisessä pH:ssa, mikäli alle 10 % aineesta on hajonnut 5 vrk:n aikana (lt. 50 °C)

Hajoavuus maaperässä	
Puoliintumisaika, $T_{1/2}$	Ryhmittely
< 1 vko	nopeasti hajoava
1 vko - 1 kk	kohtalaisen nopeasti hajoava
1 - 3 kk	kohtalaisen hitaasti hajoava
3 - 8 kk	hitaasti hajoava
> 8 kk	erittäin hitaasti hajoava

C. Käyttäytyminen ympäristössä

C.1 Liikkuvuus/Kulkeutuvuus ympäristössä

Haihtuvuus		
Höyrynpaine P_{VP} (Pa) (20 - 25 °C)		Ryhmittely
> 100		erittäin haihtuva
$1 - 100$		haihtuva
$0,01 - 1$		kohtalaisen haihtuva
$0,0001 - 0,01$		heikosti haihtuva
$< 0,0001$		hyvin heikosti haihtuva
Haihtuvuus vedestä		
Henryn lain vakio (H) H (atm m ³ /mol)	H (Pa m ³ /mol)	Haihtuvuus vesiliuoksesta
$> 10^{-3}$	> 100	erittäin helposti haihtuva
$10^{-5} - 10^{-3}$	$1 - 100$	helposti haihtuva
$10^{-7} - 10^{-5}$	$10^{-2} - 1$	heikosti haihtuva
$< 10^{-7}$	$< 10^{-2}$	hyvin heikosti haihtuva

Vesiliukoisuus		
S (mg/l)		Ryhmittely
> 1000		hyvin liukeneva
10 - 1000		liukeneva
0,1 - 10		niukkaliukoinen
< 0,1		hyvin niukkaliukoinen
Kulkeutuvuus maassa		
K _{oc} -arvo	K _d -arvo (esimerkki maalle, joka sis. 1,5 % org. C)	Ryhmittely
< 50	< 0,75	erittäin kulkeutuva
50 - 150	0,75 - 2,25	helposti kulkeutuva
150 - 500	2,25 - 7,5	kohtalaisen kulkeutuva
500 - 2 000	7,5 - 30	hieman kulkeutuva
2 000 - 5 000	30 - 75	heikosti kulkeutuva
> 5 000	> 75	kulkeutumaton

C.2 Kertyvyys

Aine on **kertyvää**, jos sen K_{ow}-arvo on yli 1 000 eli $\log K_{ow} > 3,0$. Jos $\log K_{ow}$ on > 5, on aine erittäin kertyvää.

Aine on **kertyvää**, jos BCF-arvo on kalalle yli 100. Aine on erittäin kertyvä, jos BCF-arvo on yli 1 000.

Lähteet:

- Landner, L. 1990. Kemikaliers miljöfarlighet. En praktisk hjälpreda för bedömning av kemikalier. Stockholm, Naturvårdsverket.
- Nikunen, E. & Leinonen, R. 2002. Ympäristölle vaaralliset kemikaalit - riskinarviointi ja luokitus. Kemikaalien ympäristövaikutusten arvioiminen, ympäristölle vaarallisten aineiden ja seosten luokittelu, toiminnanharjoittajien velvoitteet. Helsinki. Kemianteollisuus 2002.
- OECD 1984. Digs data interpretation guides for initial hazard assessment of chemicals. Paris, OECD.

Liite 3

Seurausten arvioinnissa huomioon otettavia ympäristöolosuhdetekijöitä

1. Pintavesien kuormitusherkkyys

Suomen pintavedet poikkeavat jonkin verran toisistaan siinä, miten hyvin ne sietävät kuormitusta. Järvissä tähän vaikuttaa mm. koko, syvyysuhteet, humuksen määrä, järven viipymä, asema valuma-alueella (latva, keskivaihe, reitin keskusjärvi), veden vaihtuvuudeltaan heikompien lahti- ym. alueiden osuus pinta-alasta, valuma-alueen koko, jääpeitteisen kauden pituus ja rannan kaltevuus. Jokien arvioinnissa otetaan huomioon mm. kaltevuus, koskisuus, jokilaakson ja -uoman muoto ja eroosioherkkyys sekä sedimentaatioalueiden määrä ja tilavuus. Rannikkovesien herkkyyden arvioinnissa olennaisia seikkoja ovat mm. vedenvaihtuvuutta heikentävien tekijöiden, kuten saarien ja lahtialueiden esiintyminen. Lisäksi otetaan huomioon, jääolot, virtaukset, lämpötilakerrostuneisuus sekä jokien tuomat vedet. (Vuoristo 2005).

Seuraavassa on esitetty karkea jako pintavesien herkkyydestä (Vuoristo 2005):

- A. Vesistö ei ole erityisen herkkä pilaantumaan eikä siellä tiedetä esiintyvän arvokkaita luontotyyppejä tai lajeja. Esim.
 - suuret joet, joissa virtaaman vaihtelut vähäisiä, joissa on yleensä runsaasti koskia ja joissa ei ole virtausta hidastavia patoaltaita
 - suuret, syvät järvet, joissa laaja saareton ulappa-alue. Kuitenkin hyvin pitkäviipymäiset, kirkkaat järvet ovat herkkiä rehevöitymään
 - rannikon ulommat, saarettomat alueet
- B. Vesistön pilaantuminen suuren päästön aikana on mahdollista. Vesistön purkuominaisuudet ovat heikommat kuin ryhmässä A eikä siellä tiedetä esiintyvän arvokkaita luontotyyppejä tai lajeja. Esim.:
 - hitaasti virtaavat keskisuuret joet
 - järvet, joissa veden vaihtuvuus on heikko esim. rantaviivan rikkonaisuuden, matalikkojen ja vähäisen vesimäärän vuoksi
 - rannikon ulkosaaristo
- C. Vesistön on erittäin herkkä pilaantumaan tai/ja sillä on merkittäviä luontoarvoja. Esim.:
 - pienet joet, joissa virtaamavaihtelut usein suuria
 - pienet, matalat järvet
 - suuret ja keskisuuret pitkäviipymäiset järvet (viipymä yleensä useita vuosia)
 - rannikon sisäsaaristo

2. Maaperän ominaisuudet

Maaperään kohdistuvien häiriöpäästöjen vaikutusten suuruuteen vaikuttaa olennaisesti vastaanottavan maaperän rakenne ja maalajisuhteet. Oheisessa taulukossa on karkeasti luokiteltu maalaji- ja pohjavesiolosuhtetietoja, joilla on erilainen merkitys päästön kulkeutumiseen ja leviämiseen maaperässä.

Taulukko 3.1. Päästön kulkeutumiseen ja leviämiseen liittyviä maaperäomaisuuksia (Sorvari ja Kivimäki 2005)

Ominaisuus	Heikosti kulkeutuva ja leviävä päästö	Kohtalaisesti kulkeutuva ja leviävä päästö	Hyvin kulkeutuva ja leviävä päästö
maalajit	heikosti läpäisevä esim. savimaa, humus, turve	kohtalaisesti läpäisevä, esim. hienohiekka, moreeni	hyvin läpäisevä, esim. karkea hiekka, sora
pohjavesiolosuhteet	tiivit maakerrokset hidastavat kulkeutumista pohjavesikerrokseen, pohjavesipinta syvällä maanpinnasta,	maakerrosten vedenjohtavuus kohtalainen, ei esiinny tiiviitä yhtenäisiä savi-silttikerroksia,	maakerrokset hyvin vettä johtavia, ei hidastavia savi-silttikerroksia, mahdollinen hydraulinen yhteys rikkonaiseen kalliope- rään, päävirtaussuunta päästölähteestä vedenottamolle

Lähteet

Vuoristo, Heidi. 2005. Suomen ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 5.9.2005.
 Sorvari, Jaana. 2005. Suomen ympäristökeskus. Suullinen tiedonanto 12.10.2005.
 Kivimäki, Anna-Liisa. 2005. Suomen ympäristökeskus. Suullinen tiedonanto 13.10.2005.

Liite 4

Näkökohtia vesiin ja maaperään kohdistuvien seurausten luokitteluun

1. Johdanto

Paikallisissa ympäristön muutoksissa ihmiset yleensä ensimmäisenä reagoivat joko hajuun, meluun tai silminnähtäviin muutoksiin kuten veden vaahtoamiseen, kala-kuolemiin tai kasvillisuuden vaurioitumiseen. Miten ekosysteemien toiminta on häiriintynyt tai mikä on pieneliöiden tila on vaikeammin havaittavissa ilman asianmukaisia mittauksia ja analyysejä. On tietysti myös itsestään selvää, että häiriöpäästön potentiaaliset kokonaisvaikutukset ympäristössä eivät ole pelkästään arvioitavissa tässä työssä esitetyn yksinkertaistetun luokittelun avulla. Luokittelu kuitenkin antaa suuntaviivoja siihen, minkä suuruisesta seurauksesta voisi olla kysymys, jos riski toteutuu ja auttaa näin riskienhallinnan suunnittelussa ja seurausten arvioinnissa.

Teolliseen toimintaan liittyvät lupaehdot ja raja-arvot ovat tärkeitä mittareita päästön seurausten arvioinnissa. Käytännössä tehdasalueella hetkittäisiä lupaehtojen ylityksiä tapahtuu jatkuvasti, vaikka vuosikeskiarvoja ei ylitetäkään. Piipusta tulevat häiriöpäästöt tapahtuvat korkealla, laimenevat ja kulkeutuvat ilmavirtojen mukana. Samanaikaisesti ekologiset vaikutukset laimenevat päästöjen levitessä laajemmille alueille. Onnettomuustilanteet, esimerkiksi varastoalueella, ovat eri tyyppisiä häiriöitä ja aiheuttavat usein enemmän välitöntä haittaa ihmisille kuin ekosysteemeille. Vesipäästöjen lupaehtojen ylityksetkään eivät suoraan kerro, ovatko vaikutukset lieviä vai vakavia. Seurausten vakavuuteen vaikuttavat päästön kesto ja kulkeutuminen. Maaperäpäästön haitallisuutta arvioitaessa tärkeinä kriteereinä pidetään edellä mainittujen lisäksi lähialueiden maiden käyttötarkoitusta ja mahdollisen pohjaveden pilaantumisen laajuutta ja vaikutusta alueen vedenhankintaan.

YMPÄRI-projektissa häiriöpäästön seurausten suuruutta on arvioitu kolmiarvoisella asteikolla: **lievä, suuri ja vakava**. Pieni vaikutus voidaan ajatella aiheutuvan päästöstä, jonka seuraukset ympäristössä ovat vähäisiä ja ohimeneviä. Tällöin oletetaan myös, että luonto itse pystyy korjaamaan lievät ekosysteemien häiriöt eikä niistä jää pysyvää haittaa. Suureksi vaikutukseksi kutsutaan jo selvästi ympäristössä esiintyvää suhteellisen pitkäaikaista haittaa, joka voi korjautua tulevaisuudessa joko ilman ihmisen suorittamia korjaustoimenpiteitä tai niiden ansiosta. Vakava vaikutus on laajuudeltaan suuri ja saattaa olla monin paikoin korvaamaton, ainakin joidenkin eläin- tai kasvipopulaatioiden näkökulmasta katsottuna.

2. Vaikutusten suuruuden luokittelu

Veteen menevien päästöjen seurauksien suuruutta on luonnehdittu luokittelun avulla seuraavassa sen mukaan, mikä on ko. päästön pääasiallinen kuormittava aine.

Taulukko 4.1. Seurausten luokittelu vesistössä päästötyypeittäin (Vuoristo 2005).

LIEVIÄ SEURAUKSIA	SUURIA SEURAUKSIA	VAKAVIA SEURAUKSIA
Happeat kuluttavat aineet		
Näkyvä mahdollisesti pienenä happipitoisuuden laskuna, jolla ei vaikutusta kalojen toimeentuloon.	Kalanpoikasten kuoleminen pienessä mittakaavassa mahdollista, samoin seisovissa pyydyksissä olevat kalat voivat kuolla.	Selvä aleneminen happipitoisuudessa, joka esim. jokivesissä ulottuu useiden kilometrien verran alavirtaan. Kalaston laajamittainen kuoleminen. Järvissä ja rannikkovesissä happitilanne heikkenee hetkellisesti pintavedessä, ja pohjanläheisten vesikerrosten happitilanne heikkenee pitempi aikaisesta siten, että vaikutuksia näkyy vielä päästöä seuraavan kerrostuneisuuskauden aikana.
Ravinteet		
Ravinnepitoisuuksien vähäinen nousu tilapäisesti, rehevöittävä vaikutus on vaikea erottaa vesissä luonnostaankin tapahtuvasta vaihtelusta.	Ravinnepitoisuuksien tason nousu, joka kasvukaudella voi johtaa hieman lisääntyneeseen levätuotantoon.	Ravinnepitoisuuksien tason nousu, joka kasvukaudella voi johtaa selvästi lisääntyneeseen levätuotantoon ja käyttöä haittaaviin sinileväkukintoihin tai rantojen ja pyydysten voimakkaaseen limoitumiseen. Veden sameus lisääntyy levätuotannon vuoksi.
Kiintoaine		
Tilapäinen samentuminen ja kiintoaineen kasaantuminen hyvin rajatulle alueelle vesistön pohjaan tai/ja rantojen paikallinen likaantuminen.	Vesistön samentuminen usean päivän – kuukauden ajaksi, kiintoaineen kertyminen järven ja rannikkovesien pohjalle ja/tai kulkeutuminen virtausten myötä kauemmaksi päästölähteestä. Rantojen likaantuminen aiheuttaa esteettistä haittaa, mutta virkistyskäyttö mahdollista. Pohjalla säilyy vielä suotuisat olosuhteet eliöstön toimeentulolle.	Vesistön samentuminen usean päivän – kuukauden ajaksi, kiintoaineen kertyminen järven ja rannikkovesien pohjalle ja/tai kulkeutuminen virtausten myötä kauemmaksi päästölähteestä. Pohjalle kertynyt aines haittaa eliöstön toimeentuloa esim. tuhoten kalojen kutualueita. Rantojen kelpoisuutta virkistyskäyttöön alentunut laajoilla alueilla, esteettinen haitta huomattava jne.
Öljyt		
Vähäisiä merkkejä öljystä rannoilla ja veden pinnalla lyhytaikaisesti.	Rantojen öljyyntyminen paikallista, veden pinnalla selvät öljylautat, vesilintujen öljyyntyminen vähäistä.	Rantojen öljyyntyminen laaja-alaista, veden pinnalla selvät ja laajat öljylautat. Rantojen käyttöominaisuuksien aleneminen jopa usean vuoden ajaksi. Vesilinnuston öljyyntyminen laajalla alueella, mahdolliset lintukuolemat. Öljyperäisten kemikaalien kertyminen sedimenttiin ja pohjaeliöstöön mahdollista.

Terveydellisiä riskejä aiheuttavat tekijät (esim. bakteerit ja virukset, raskasmetallit, myrkylliset aineet, ammoniakki, nitraatti, hapot ja emäkset)		
Pitoisuuksien tilapäinen nousu paikallisesti, päästöt laimenevat nopeasti, eikä kohonneita pitoisuuksia voida enää parin päivän kulluttua mittauksin osoittaa.	Pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu. Ei akuutteja myrkkyyvaikutuksia eliöstölle, kertyvien aineiden osalta lievä pitoisuuksien nousu osoitettavissa vielä vuoden kuluttua päästöstä eliöstössä ja sedimentissä.	Pitoisuudet kohoavat selvästi ja vaikutukset kestävät usean päivän - viikkojen ajan. Eliöstön toimeentulo häiriintynyt, kala-kuolemat mahdollisia. Kertyviä aineita mitattavissa selvästi luonnontilaiset taustapitoisuudet ylittävät määrät usean vuoden ajan eliöstöstä ja sedimentistä.
Hajua ja makua aiheuttavat aineet		
Lyhytaikainen hajuhaitta suppealla alueella, ei häiritse virkistyskäyttöä - ei maku-häiriöitä kaloissa.	Useiden päivien ajan kestävä hajuhaitta suppealla alueella, ei sanottavasti häiritse virkistyskäyttöä, kaloissa saattaa esiintyä makuhaittoja.	Pitkäkestoinen hajuhaitta laajalla alueella, rantojen ja vesien virkistyskäyttö estynyt, kaloissa selvä pitkään kestävä makuhaitta.
Esteettisiä haittoja aiheuttavat tekijät (esim. veden väriä muuttavat, vettä vaahdot-tavat tekijät)		
Lyhytaikainen haitta rajatulla alueella. Ei haittaa vesistön käyttöä.	Lyhytaikainen haitta laajalla alueella. Virkistyskäyttö hetkellisesti estynyt.	Pitkäkestoinen ja laaja-alainen haitta, esim. veden tummuminen tai vaahtoaminen, roskaantuminen. Veden käyttö estynyt useiden päivien- kuukausien ajaksi.

Teollisuustoiminnan vesipäästöt kulkeutuvat useimmiten jätevedenpuhdistamon kautta vesistöön, jolloin puhdistamon toimintakyky voi olla häiriöpäästön seurausten kannalta hyvinkin kriittinen tekijä. Lupaehdot ja -rajat ovat jätevedenpuhdistamollakin tärkeitä mittareita seurausten vakavuudesta. Lupaehtoja annetaan yleensä typelle, fosforille, kiintoaineelle ja BOD:lle eli orgaanisen aineen määrälle - samoille parametreille, joilla määritetään myös vesistön tilaa. Ihmisen rakentamana laitoksena jätevedenpuhdistamo on luonnollisesti helpommin hallittavissa ja korjattavissa toimintakykyiseksi kuin luonnon omat ekosysteemit. Toiminnan kannalta kriittisin kohta puhdistamolla on aktiiviliete, joka pahimmassa tapauksessa joudutaan kokonaan kasvattamaan uudestaan. Lievimmissä häiriötapauksissa biologinen toiminta esim. nitrifikaatio saattaa häiriintyä, jolloin ammonium- ja kokonaistypen poisto heikkenee. Kemiallinen fosforinpoisto ei ole niin häiriöherkkä. Fosforia voi kuitenkin päästä vesistöön enemmän kuin haluttaisiin jälkiselkeytyksestä kiintoaineen mukana hydraulissa ylikuormitustilanteessa. Jätevedenpuhdistamon häiriötilanteen indikoima seurausten vakavuuden luokittelu on esitetty taulukossa 4.2.

Taulukko 4.2. Jätevedenpuhdistamon toimintahäiriöiden indikoimat seuraukset vesiympäristössä (Rantanen 2005).

LIEVIÄ SEURAUKSIA	SUURIA SEURAUKSIA	VAKAVIA SEURAUKSIA
Jätevedenpuhdistusprosessin toiminta		
Vaikutus on alle vuorokauden.	Vaikutus muutamia vuorokausia.	Biologinen prosessi myrkyttyy täysin, esim. aktiiviliete menee mustaksi ja haisevaksi. Palautuminen kestää pitkään. Vaikutus kestää useita viikkoja. Aiheuttajana voi olla pH:n muutos, liuottimet tai toksiset aineet.
Lietteen laskeutuvuus heikkenee. Lietettä karkaa puhdistusprosessista, jolloin orgaanisen aineen (BOD) ja fosforin poisto heikkenee. Nitrifikaatio tai typenpoisto häiriintyy. Hapen liukeminen hidastuu (esim. liuottimien vuoksi), jolloin prosessin biologinen toiminta hidastuu ja puhdistetun veden pitoisuudet nousevat. Prosessin biologinen toiminta heikkenee toksisten aineiden vuoksi. Aiheuttajana voi olla ravinne- tai orgaanisen kuorman lisääntyminen, pH:n muutos, liuottimet, toksiset aineet tai hydraulisen kuorman lisääntyminen.		
Lupaehdot		
Puhdistetun jäteveden pitoisuudet (vuorokausikeskiarvona) eivät ylitä lupaehtoja.	Puhdistetun jäteveden pitoisuudet ylittävät lupaehtot lyhytaikaisesti, neljännesvuosikeskiarvo ei nouse yli luparajan.	Puhdistetun jäteveden pitoisuudet ylittävät lupaehtot pitkäaikaisesti, neljännesvuosikeskiarvo ylittää luparajan.
Biologisen prosessin ohitustarve		
Muutamien tuntien ohitus.	Ohitettava vuorokauden tai yli.	Ohitettava useita vuorokausia.
Toimenpiteet		
Ei vaadi toimenpiteitä. Puhdistusprosessi toipuu itseksensä.	Joillakin toimenpiteillä joudutaan avustamaan puhdistusprosessin palautumista ennalleen. Lisätään ilmastusta. Muutetaan prosessin kierrätyksiä, esim. palautusta tai typenpoiston nitraattikiertoa. Lisätään tai vähennetään lietteen poistoa.	Puhdistusprosessin biologinen toiminta joudutaan palauttamaan esim. muualta haetulla ympillä tai kasvattamalla liete ilman ympäriä.
Viemäriverkosto		
Aiheuttaa hajua viemäriverkon alueella.	Viemäriputket syöpyvät jonkin verran. Hajut häiritseviä viemärointi-alueella.	Höyrystyviä aineita pääsee viemäreistä taloihin viemärointi-alueella. Hajut ovat erittäin häiritseviä. Viemärisä muodostuu runsaasti rikkivetyä, joka voi olla paikoitellen myrkyllisissä pitoisuuksissa. Viemäriputket syöpyvät pahoin. Pohjavesi likaantuu vuotavista jätevesistä. Pintavesiin joutuu vuotavia jätevesiä.

Lähteet

Rantanen, Pirjo. 2005. Suomen Ympäristökeskus. Suullinen tiedonanto 6.9.2005.

Vuoristo, Heidi. 2005. Suomen ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 5.9.2005.

Liite 5 Suuronnettomuuden kriteerit

SevesoII-direktiivin (96/82/EC) liite VI

PERUSTEET, JOIDEN NOJALLA KOMISSIOLLE ON TEHTÄVÄ 15 ARTIKLAN 1 KOHDAN MUKAINEN ILMOITUS ONNETTOMUUDESTA

I. Komissiolle on ilmoitettava kaikki alakohdassa I tarkoitetut onnettomuudet sekä onnettomuudet, joilla on vähintään yksi jäljempänä 2, 3, 4 tai 5 alakohdassa mainituista seurauksista.

1. Onnettomuuteen liittyvät aineet

Tulipalot, räjähdykset tai vahingossa tapahtuneet vaarallisen aineen päästöt, joissa esiintyy kyseessä olevaa ainetta vähintään 5 prosenttia liitteen I sarakkeessa 3 mainitusta vähimmäismäärästä.

2. Henkilö- tai omaisuusvahingot

Vaarallisista aineista suoranaisesti aiheutunut suuronnettomuus, joka on johtanut johonkin seuraavista tapahtumista:

- kuolemantapaus,
- kuusi henkilöä on loukkaantunut tuotantolaitoksen tiloissa ja ollut sairaalahoidossa vähintään 24 tuntia,
- yksi henkilö tuotantolaitoksen ulkopuolella on joutunut sairaalahoitoon vähintään 24 tunniksi,
- tuotantolaitoksen ulkopuolella sijaitsev(i)a asunto(ja) on vahingoittunut ja tullut käyttökelvottomaksi/käyttökelvottomiksi onnettomuuden johdosta,
- henkilöitä on jouduttu evakuoimaan tai heitä on käsketty pysymään sisä- tai suojatiloissa vähintään kahden tunnin ajan (henkilöä×tuntia): luvun on oltava vähintään 500,
- juomavesi, sähkö, kaasu tai puhelin on ollut poikki yli kaksi tuntia (henkilöä×tuntia): luvun on oltava vähintään 1 000.

3. Välittömät ympäristövahingot

- pysyvät tai pitkäaikaiset ympäristövahingot maa-alueilla
 - vähintään 0,5 ha ympäristön tai suojelun kannalta tärkeää, lainsäädännöllä suojeltua luonnonsuojelualuetta,
 - vähintään 10 ha muuta aluetta mukaan lukien maatalouskäytössä olevat alueet,
- huomattavat tai pitkäaikaiset vahingot vesistössä tai meriympäristössä (1*)
 - vähintään 10 km joesta tai kanavasta,
 - vähintään 1 ha järvestä tai lammesta,
 - vähintään 2 ha suistoalueesta,
 - vähintään 2 ha rannikoista tai merestä,
- huomattavat pohjavesivahingot
 - vähintään 1 ha.

4. Omaisuusvahingot

- tuotantolaitokselle aiheutuneet omaisuusvahingot: vähintään 2 miljoonaa euroa,
- tuotantolaitoksen ulkopuoliset aineelliset vahingot: vähintään 0,5 miljoonaa euroa.

5. Rajojen yli ulottuvat vahingot

Vaarallisesta aineesta suoranaisesti aiheutunut vahinko, jonka vaikutukset ulottuvat kyseessä olevan jäsenvaltion alueen ulkopuolelle.

II. Komissiolle olisi lisäksi ilmoitettava sellaisista onnettomuuksista ja "läheltä piti" -tilanteista, joilla jäsenvaltiot arvioivat olevan erityistä teknistä merkitystä suuronnettomuuksien estämiselle ja niiden seurauksien rajoittamiselle, vaikka ne eivät noudattaisi yllä mainittuja määrällisiä arviointiperiaatteita.

(1*) Vahinkoa arvioitaessa voidaan tarvittaessa viitata direktiiveihin 75/440/ETY, 76/464/ETY ja tiettyjä aineita koskevista sovellutuksista annettuihin direktiiveihin 76/160/ETY, 78/659/ETY, 79/923/ETY tai LC 50 -arvoon vahinkoja kärsineiden ympäristöjen edustavien lajien osalta, kuten ne on määritetty "ympäristölle vaarallinen" -perusteesta annetussa direktiivissä 92/32/ETY.

KUVAILULEHTI

<i>Julkaisija</i>	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			<i>Julkaisu aika</i> Helmikuu 2006
<i>Tekijä(t)</i>	Nina Wessberg, Jyri Seppälä, Riitta Molarius, Sirkka Koskela, Jaana Pennanen, Kimmo Silvo ja Pirkko Kekoni			
<i>Julkaisun nimi</i>	Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi - YMPÄRI-hankkeen suositukset			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Suomen ympäristö 2/2006			
<i>Julkaisun teema</i>	Ympäristönsuojelu			
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>				
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Häiriöpäästöjen hallinta on riskien hallintaa, jossa keskeinen hallinnan keino on riskianalyysi. Riskianalyysin avulla tunnistetaan ja arvioidaan riskit sekä niiden hallintaan tarvittavat toimenpiteet. Tässä raportissa tarkastellaan laitospäästöistä teollisen toiminnan häiriöpäästöjen ympäristöriskien arviointia.</p> <p>Hankkeessa laadittiin ns. YMPÄRI-suositukset hyvän ympäristöriskianalyysin sisällöstä ja terminologiasta sisältäen keskeiset häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysien tekemisen avuksi kehitetyt työkalut. Suomen ympäristökeskuksen, Turvatekniikan keskuksen ja VTT:n yhteistyö sekä haastattelut ja hankkeessa järjestetyt työpajat tarjosivat laajalle joukolle viranomaisia, konsultteja, johtamisjärjestelmäsertifioijia ja yritysedustajia mahdollisuuden kommentoida ja vaikuttaa ympäristöriskianalyysin sisällön määrittämiseen. YMPÄRI-suositusten avulla toimijat voivat varmistua siitä, että analyysi täyttää sekä ympäristö- että kemikaalivalvontaviranomaisten, kuin myös johtamisjärjestelmiä arvioivien sertifiointielimien vaatimukset.</p> <p>YMPÄRI-suosituksessa nojaututaan vahvasti riskianalyysitekniikoiden hyödyntämiseen järjestelmällisessä riskien tunnistamisessa. Todennäköisyyden ja seurausten arvioimiseen annetaan selkeät ohjeet ja työkalut – ympäristöriskien seurausmatriisi ja arvottomismatriisi. Molemmat matriisit sisältävät jo valmiiksi näkemykset riskien hyväksyttävyydestä.</p> <p>Jatkohankkeessa on tarkoitus testata YMPÄRI-suosituksia muutamassa teollisuuslaitoksessa, tarvittaessa parantaa niitä ja laatia tietokonepohjainen ohjelma ympäristöriskianalyysien tekemisen avuksi.</p>			
<i>Asiasanat</i>	riskinarviointi, ympäristövaikutukset, häiriöpäästöt, teollisuus, suositukset			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Ympäristöministeriö, Turvatekniikan keskus, VTT, Suomen ympäristökeskus			
	ISBN 952-11-2166-1 (nid.)	ISBN 952-11-2167-X (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkok.)
	<i>Sivuja</i> 63	<i>Kieli</i> Suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> Julkinen	<i>Hinta (sis. alv 8 %)</i> 8,50 €
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>	Edita Publishing Oy, PL 800, 00043 EDITA puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380 sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Suomen ympäristökeskus, PL 140, 00251 Helsinki			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2006			

PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Finlands miljöcentral (SYKE)			<i>Datum</i>
<i>Författare</i>	Nina Wessberg, Jyri Seppälä, Riitta Molarius, Sirkka Koskela, Jaana Pennanen, Kimmo Silvo och Pirkko Kekoni			Februari 2006
<i>Publikations titel</i>	Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi - YMPÄRI-hankkeen suositukset (Miljöriskanalys av tillfälliga utsläpp – YMPÄRI-projektets rekommendationer)			
<i>Publikationsserie och nummer</i>	Miljön i Finland 2/2006			
<i>Publikationens tema</i>	Miljöskydd			
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>				
<i>Sammandrag</i>	<p>Kontrollen av tillfälliga utsläpp är kontroll av risker, där riskanalys är en central kontrollmetod. Med hjälp av riskanalys identifieras och bedöms riskerna samt de åtgärder som behövs för att kontrollera dem. Denna rapport behandlar bedömningen av miljöriskerna vid enskilda industrianläggningars tillfälliga utsläpp</p> <p>I projektet uppgjordes sk. YMPÄRI-rekommendationer för innehållet och terminologin i en god riskanalys. Där ingår de centrala verktygen som utvecklats för miljöriskanalys av tillfälliga utsläpp. Samarbetet mellan Finlands miljöcentral, Säkerhetsteknikcentralen och VTT samt intervjuerna och workshoparna erbjöd för en stor mängd myndigheter, konsulter, ledningssystemcertifierare och representanter för företag en möjlighet att kommentera och påverka hur innehållet i miljöriskanalysen definieras. Med hjälp av YMPÄRI-rekommendationerna kan aktörerna försäkra sig om, att analysen fyller både miljö- och kemikaliemyndigheternas och certifieringsorganens krav.</p> <p>YMPÄRI-rekommendationerna stöder sig starkt på att utnyttja tekniker i miljöriskanalys i den systematiska identifieringen av risker. För att uppskatta sannolikheter och följer ges klara anvisningar och redskap – en följdmatris och en värderingsmatris för miljörisker. Båda matriserna innehåller redan färdigt synpunkter på riskernas acceptabilitet.</p> <p>I ett fortsatt projekt är avsikten att testa YMPÄRI-rekommendationerna i några industrianläggningar, förbättra dem vid behov och uppgöra ett dataprogram till hjälp för uppgörandet av miljöriskanalyser.</p>			
<i>Nyckelord</i>	riskbedömning, miljöeffekter, tillfälliga utsläpp, industri, rekommendationer			
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Miljöministeriet, VTT, Säkerhetsteknikcentralen, Finlands miljöcentral			
	ISBN 952-11-2166-1 (hft.)	ISBN 952-11-2167-X (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>Sidantal</i>	<i>Språk</i>	<i>Offentlighet</i>	<i>Pris (inneh. moms 8 %)</i>
	63	Finska	Offentlig	8,50 €
<i>Beställningar/ distribution</i>	Edita Publishing Ab, PB 800, FIN-00043 EDITA, Finland telefon +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 e-post: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, http://www.edita.fi/netmarket			
<i>Förläggare</i>	Finlands miljöcentral, PB 140, 00251 Helsingfors, Finland			
<i>Tryckeri/tryckningsort och -år</i>	Vammalan Kirjapaino Ab, Vammala 2006			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)	<i>Date</i>	February 2006
<i>Author(s)</i>	Nina Wessberg, Jyri Seppälä, Riitta Molarius, Sirkka Koskela, Jaana Pennanen, Kimmo Silvo and Pirkko Kekoni		
<i>Title of publication</i>	Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi - YMPÄRI-hankkeen suositukset (Environmental risk analysis for accidental emissions – Recommendations of the YMPÄRI project)		
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 2/2006		
<i>Theme of publication</i>	Environmental Protection		
<i>Parts of publication/ other project publications</i>			
<i>Abstract</i>	<p>The management of accidental emissions is risk management where risk analysis plays a major role. Risks are identified and assessed in risk analysis. The most valuable results of risk analysis are the proposals for actions to improve risk management. The topic of this report is the environmental risk assessment of accidental emissions in industrial sites.</p> <p>Environmental risk analysis for accidental emission is an essential part of corporate environmental risk management. However, there have not been harmonious recommendations of how environmental risks should be assessed and how environmental risk analysis should be made. In the YMPÄRI project such guidelines was created and terminology was clarified.</p> <p>Co-operation between Safety Technology Authority, Finnish Environment Institute and VTT, as well as interviews and workshops, offered a forum for different interests, opinions and experiences to come together in the YMPÄRI project. Authorities, consultants, certification bodies and companies could influence the process. Recommendations were made based on this interactive process.</p> <p>Guidelines made in the project show what environmental risk analysis should include and how the process of risk analysis should go. They are strongly based on industrial safety's risk analysis techniques and traditions. Consequence matrix and risk matrix also provide guidelines to the decision making of risk tolerability and acceptance.</p> <p>The YMPÄRI recommendations will be tested in reality in the future. The most important parts of the guidelines, the checklist of environmental risk analysis, the consequence matrix and risk matrix will be updated in the internet of environmental administration.</p>		
<i>Keywords</i>	risk assessment, environmental impacts, accidental emissions, industry, recommendations		
<i>Financier/ commissioner</i>	Ministry of the Environment, Safety Technology Authority, VTT, Finnish Environment Institute		
<i>For sale at/ distributor</i>	ISBN	ISBN	ISSN
	952-11-2166-1 (pbk.)	952-11-2167-X (PDF)	1238-7312 (print)
	No. of pages	Language	Restrictions
	63	Finnish	For public use
<i>For sale at/ distributor</i>	ISSN		
	1796-1637 (online)		
	Price (incl. tax 8 %)		
	8,50 €		
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd., P.O. Box 800, FIN-00043 EDITA, Finland Phone +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishin@edita.fi, Internet: http://www.edita.fi/netmarket		
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute, P.O. Box 140, FIN-00251 Helsinki, Finland		
<i>Printing place and year</i>	Vammalan Kirjapaino Ltd., Vammala 2006		

Ympäristöriskien hallinta on olennainen osa teollisuuslaitoksen toimintaa. Käytännössä se on suuressa määrin päästöjen hallintaa, jossa erityisesti häiriöpäästöjen osuus korostuu nyt ja tulevaisuudessa.

Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysin avulla pystytään varmistamaan teollisuuslaitoksen häiriötön toiminta ja viestimään riskienhallintatoimenpiteistä sidosryhmätahoille. Näin voidaan luoda positiivista yritysimagoa, luottamusta eri osapuolten välille ja edistää ympäristönsuojelua.

Suomen ympäristökeskuksen, Turvatekniikan keskuksen ja VTT:n yhteistyöhankkeessa laadittiin ns. YMPÄRI-suositukset hyvän ympäristöriskianalyysin sisällöstä ja terminologiasta sisältäen keskeiset häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysien tekemisen avuksi kehitetyt työkalut – tarkistuslista, riskien seuraus- ja arvottamismatriisit.



Edita Publishing Oy
PL 800, 00043 Editä
Asiaskaspalvelu puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
Edita-kirjakauppa Helsingissä
Annankatu 44, puh. 020 450 2566

ISBN 952-11-2166-1 (nid.)

ISBN 952-11-2167-X (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkoj.)